C 24-18

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

Manual de Campanha

# EMPREGO DO RÁDIO EM CAMPANHA

4ª Edição
1997

C 24-18

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

Manual de Campanha

# EMPREGO DO RÁDIO EM CAMPANHA

4ª Edição

1997

Preço: R$

CARGA

EM.................

## PORTARIA Nº 137- EME, DE 16 DE DEZEMBRO DE 1997

Aprova o Manual de Campanha C 24-18 - Emprego do Rádio em Campanha, 4ª Edição, 1997.

**O CHEFE DO ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO**, no uso da atribuição que lhe confere o artigo 91 das IG 10-42 - INSTRUÇÕES GERAIS PARA CORRESPONDÊNCIA, PUBLICAÇÕES E ATOS NORMATIVOS NO MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, aprovadas pela Portaria Ministerial Nº 433, de 24 de agosto de 1994, resolve:

Art. 1º Aprovar o Manual de Campanha **C 24-18 - EMPREGO DO RÁDIO EM CAMPANHA**, 4ª Edição, 1997, que com esta baixa.

Art. 2º Determinar que esta Portaria entre em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º Revogar o Manual de Campanha C 24-18 - EMPREGO DO RÁDIO EM CAMPANHA, 3ª Edição, 1976, aprovado pela Portaria Nº 053-EME, de 01 de novembro de 1976.

Gen Ex GLEUBER VIEIRA
Chefe do Estado-Maior do Exército

## NOTA

**Solicita-se aos usuários deste manual a apresentação de sugestões que tenham por objetivo aperfeiçoá-lo ou que se destinem à supressão de eventuais incorreções.**

**As observações apresentadas, mencionando a página, o parágrafo e a linha do texto a que se referem, devem conter comentários apropriados para seu entendimento ou sua justificação.**

**A correspondência deve ser enviada diretamente ao EME, de acordo com o artigo 78 das IG 10-42 - INSTRUÇÕES GERAIS PARA CORRESPONDÊNCIA, PUBLICAÇÕES E ATOS NORMATIVOS NO MINISTÉRIO DO EXÉRCITO, utilizando-se a carta-resposta constante do final desta publicação.**

## ÍNDICE DE ASSUNTOS

# CAPÍTULO 1

# INTRODUÇÃO

## ARTIGO I

## GENERALIDADES

### 1-1. FINALIDADE

Fornecer orientação técnica e tática para aqueles que utilizam as radiocomunicações.

### 1-2. ÂMBITO

**a.** Este manual abrange os fundamentos das radiocomunicações, sistemas ou fontes de suprimento de energia elétricas, antenas e propagação de ondas radioelétricas, técnicas operacionais e expediente de campanha, segurança das comunicações e normas de manutenção.

**b.** Além das matérias relacionadas no subparágrafo acima, este manual contém três anexos. O anexo A apresenta as principais características referentes a meios de comunicações em uso no Exército Brasileiro; o anexo B contém uma lista dos comprimentos de antena de meia onda; o anexo C é um glossário dos termos utilizados nas radiocomunicações.

**c.** Os procedimentos descritos neste manual são aplicáveis às guerras convencional e química.

**ARTIGO II**

**EMPREGO DAS RADIOCOMUNICAÇÕES**

1-3. GENERALIDADES

**a.** O rádio constitui o principal meio de comunicações de muitas unidades táticas. Ele é utilizado para comando, direção de tiro, troca de informações, administração e ligação entre unidades ou no âmbito das mesmas (Fig 1-1), como também é empregado nas comunicações entre aviões em vôo e entre estes e as unidades em terra.

Fig 1.1 Emprego do rádio em campanha

**b.** As comunicações por rádio são particularmente adaptáveis às operações caracterizadas pelo dinamismo das ações. As comunicações com unidades altamente móveis, tais como navios, aviões ou carros de combate, seriam extremamente difíceis se não fosse possível utilizar o rádio.

**c.** O rádio também é essencial às comunicações entre pontos separados por grandes extensões de água, território ocupado pelo inimigo, ou terreno onde a construção de linhas seria impossível ou impraticável.

## 1-4. VANTAGENS E LIMITAÇÕES

**a. Vantagens**

(1) Normalmente, os meios de comunicações pelo rádio podem ser instalados mais rapidamente que os de comunicações por fio; por esse motivo, o rádio é amplamente utilizado como meio principal de comunicações nos estágios iniciais das operações de combate e nas situações táticas de movimentação rápida.

(2) O equipamento de rádio pode ser utilizado na própria viatura onde foi instalado, sem necessidade de posteriores reinstalações.

(3) O rádio pode ser empregado sem qualquer demora, tanto por unidades móveis, aéreas, anfíbias ou terrestres, como por unidades terrestres estacionárias ou fixas.

(4) O rádio se presta a muitas formas de operação, tais como a radiotelefonia, radiotelegrafia, radioteleimpressão e transmissão de dados e imagens.

(5) A efetividade do rádio não está limitada pelos obstáculos naturais, nem pelo terreno sob controle ou fogo inimigo, na mesma medida em que o estão outros meios de comunicações.

(6) Através da utilização de dispositivos de controle remoto, o operador pode situar-se a certa distância do aparelho que está operando. Isto proporciona maior segurança, tanto para o próprio operador quanto para a instalação e para o posto de comando (PC), servido pela estação.

**b. Limitações**

(1) O rádio está sujeito a avarias e desarranjos do equipamento, bem como a interferências atmosféricas, ou ocasionadas por outros dispositivos eletrônicos, sendo estas últimas relativamente fáceis de serem provocadas.

(2) Para funcionar em conjunto, as estações de rádio devem operar nas mesmas freqüências ou, no mínimo, utilizando algumas freqüências sobrepostas; devem transmitir e receber os mesmos tipos de sinais e estar localizadas dentro de um determinado alcance operacional.

## 1-5. INSTALAÇÃO

Os conjuntos-rádio de campanha também podem ser classificados em portáteis, veiculares, transportáveis e móveis. Os portáteis operam com potência reduzida, fornecida por pilhas secas instaladas internamente ou por geradores manuais. Os equipamentos instalados em viaturas são, geralmente, do tipo de média voltagem, fornecida por fontes eletromecânicas de alimentação, acionadas pela bateria da viatura. Alguns utilizam vibradores, outros empregam alternadores, sempre alimentados pela bateria da viatura. Os aparelhos transportáveis e móveis podem ser do tipo que utiliza energia de média ou alta voltagem, fornecida, geralmente, por grupos eletrogêneos à gasolina, transportados ou montados em reboque. Com a finalidade de permitir sua operação a partir de posições protegidas, os conjuntos-rádio de campanha são, freqüentemente, operados por meio de dispositivos de controle à distância (controle remoto).

## 1-6. APLICAÇÃO TÁTICA

**a.** A avaliação equilibrada das exigências impostas pela segurança, pelo fator surpresa e pela necessidade ou premência de se comunicar pelo rádio, determinará a medida em que este deve ser utilizado nas operações de combate.

**b.** Quando a importância do fator surpresa constitui ponto determinante, a comunicação pelo rádio deve limitar-se, inicialmente, àquelas unidades que já se encontram em contato com o inimigo. Em algumas ocasiões, a fim de melhor surpreender e iludir esse inimigo, os comandos superiores podem ordenar a operação de algumas estações simuladas, como também podem ordenar a permanência na prescrição de "silêncio" das redes-rádio das unidades que estão se dirigindo para um zona de ataque, até este ser desencadeado. Quando uma unidade já se encontra ocupando uma área para lançar-se ao ataque e está com suas estações de rádio funcionando normalmente, pode receber instruções para manter essa normalidade, sem mudanças consideráveis em seu volume de tráfego, até o início da operação. Se uma unidade é substituída por outra, pode ser determinado que opere estações simuladas, até que o ataque esteja em pleno desenvolvimento. Normalmente, as restrições especiais impostas sobre as radiocomunicações são levantadas após o início do combate.

# CAPÍTULO 2

# FUNDAMENTOS DE RADIOCOMUNICAÇÕES

## ARTIGO I

## ELEMENTOS DA TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO

### 2-1. CONJUNTOS-RÁDIO

Um conjunto-rádio consiste, essencialmente, de um transmissor, que gera energia transformada em radiofreqüência (RF); uma fonte de energia elétrica; um manipulador, microfone ou teleimpressor, que controla as ondas de energia; uma antena transmissora, que emite ondas de RF; uma antena receptora, que intercepta algumas das ondas emitidas; um receptor, que converte as ondas de RF captadas em energia utilizável (geralmente em ondas de audiofreqüência); um alto-falante, fones ou teleimpressor, que tornam os sinais inteligíveis. Quando duas estações operam dentro de uma faixa de freqüência similar, têm a mesma modulação e a distância entre elas não ultrapassa o alcance operacional das estações, é possível estabelecer-se a intercomunicação através das ondas eletromagnéticas (rádio). A figura 2-1 mostra um diagrama em bloco de um conjunto básico de rádio.
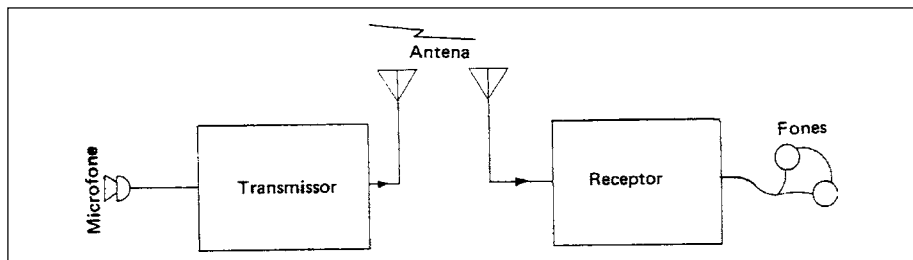
Fig 2-1. Diagrama em bloco de um conjunto-rádio básico

## 2-2. TRANSMISSOR

O tipo de aparelho transmissor mais simples consiste de uma fonte de suprimento de energia e de um oscilador. A fonte de suprimento pode consistir de baterias, um gerador, uma fonte de corrente elétrica alternada (CA), incluindo um retificador e um filtro, ou uma unidade rotativa produtora de corrente contínua (CC). O oscilador, que gera energia de RF, deve estar provido de um circuito regulador, que permita sintonizar o transmissor na freqüência operacional desejada. O transmissor deve estar equipado com algum dispositivo para controlar a energia de radiofreqüência gerada pelo oscilador. O dispositivo mais simples é um manipulador telegráfico, o qual não é outra coisa senão uma espécie de interruptor, que controla o fluxo de corrente elétrica. Quando o manipulador é operado, o oscilador é ligado e desligado durante certos espaços de tempo, formando-se assim os pontos e traços do Código Morse.

## 2-3. TRANSMISSOR DE ONDA CONTÍNUA

A energia de radiofreqüência gerada através de um oscilador não é, normalmente, estável e nem bastante alta para proporcionar uma transmissão satisfatória, a longa distância; por esse motivo os transmissores de onda contínua estão equipados com um amplificador de radiofreqüência, ligado após o oscilador, a fim de se obter uma produção de energia mais alta e estável. Na transmissão em código, esses transmissores oferecem resultados inteiramente satisfatórios.
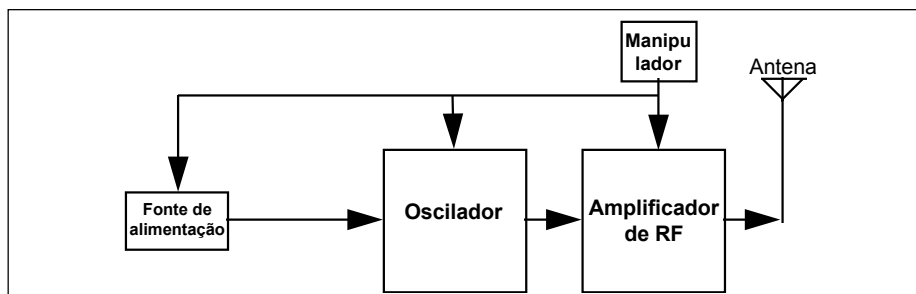
Fig 2-2. Diagrama em bloco de um transmissor de onda contínua ( CW )

## 2-4. TRANSMISSOR DE RADIOFONIA

Para transmitir mensagens faladas, torna-se necessário dispor de algum meio de controle da energia produzida pelo transmissor, de acordo com as freqüências da voz. Isto é conseguido através de um modulador, que modifica a produção do transmissor de conformidade com essas freqüências (audiofreqüências). Este processo é conhecido como modulação e a onda submetida ao mesmo é chamada onda modulada. Quando o sinal de modulação ocasiona a mudança em amplitude da onda de rádio, o processo é chamado de modulação em amplitude (AM) e quando modifica a freqüência da onda, ele é conhecido como modulação em freqüência (FM). A figura 2-3 mostra um

transmissor de radiofonia equipado com um modulador e um microfone, e convertido assim em um transmissor radiofônico de amplitude modulada.
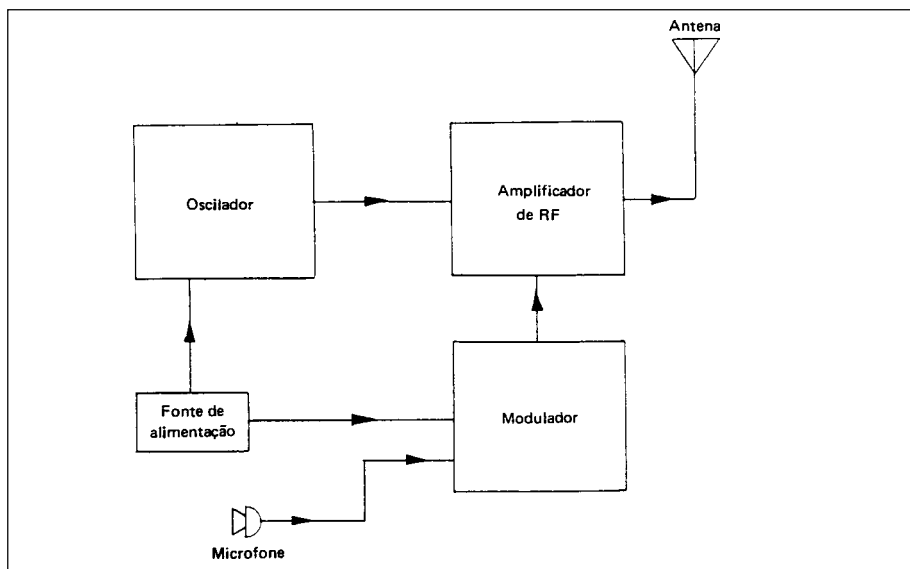
Fig 2-3. Diagrama em bloco de um transmissor radiotelefônico

## 2-5. ANTENAS

Após o transmissor ter gerado e amplificado um sinal de radiofreqüência, torna-se necessário dispor-se de um meio para enviar esse sinal ao espaço e, da mesma forma, também é necessário que a estação receptora disponha de outro meio para interceptar (captar) o sinal lançado. Os dispositivos utilizados para enviar e captar esses sinais chamam-se antenas. A antena transmissora lança sinais de energia no espaço e essa energia, irradiada sob a forma de ondas eletromagnéticas, é interceptada pela antena receptora. Se o aparelho receptor é sintonizado na mesma freqüência que o transmissor, os sinais serão captados de forma satisfatória e inteligível. No capítulo 5, maiores detalhes sobre antenas, serão abordados.

## 2-6. RECEPTOR

Existem duas espécies gerais de sinais de radiofreqüência que podem ser captados por um receptor de rádio: os sinais de rádiofreqüência modulada, que transportam palavras, música, ou qualquer outra espécie de energia audível, e os sinais de onda contínua (CW), que são impulsos de energia de RF, que transportam informação através de sinais codificados (pontos e traços).

**a. Detetor (Demodulador)** - O processo mediante o qual é extraída a informação transportada pelos sinais de radiofreqüência é chamado detecção ou

demodulação. O circuito utilizado para efetuar a demodulação é chamado detetor (Fig 2-4), posto que, na realidade, este circuito detecta a informação transmitida. O receptor deve contar com meios para sintonizar, ou selecionar, a freqüência do sinal de (RF) desejado. Esse processo de seleção é necessário, a fim de evitar a detecção simultânea de muitos sinais de RF de freqüências diferentes. A parte do detector que sintoniza o sinal desejado é chamado circuito sintonizador. Nos receptores de FM, o detector é conhecido como discriminador.
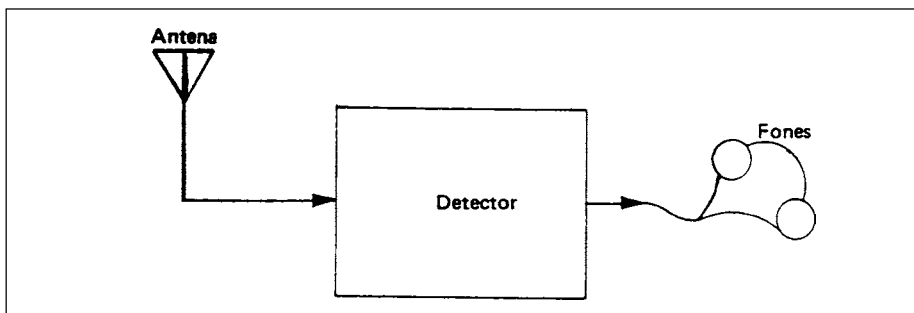
Fig 2-4. Diagrama em bloco de um receptor de rádio simples

**b. Amplificador de radiofreqüência** - Devido ao fato de que a intensidade ou amplitude de um sinal de radiofreqüência diminui rapidamente, a partir do momento em que é lançado pela antena transmissora, como também devido a que muitos sinais de RF, de diversas freqüências, se acumulam dentro do espectro da freqüência do rádio, o detector não pode ser utilizado isoladamente, a não ser que o receptor esteja equipado com um amplificador de radiofreqüência, para aumentar sua sensibilidade (capacidade de captar sinais débeis) e sua seletividade (capacidade para separar sinais de diferentes freqüências). Esse amplificador é provido com um ou mais circuitos sintonizados, de forma que o sinal de RF desejado (aquele no qual o equipamento está sintonizado) possa ser mais amplificado que os sinais de outras freqüências.
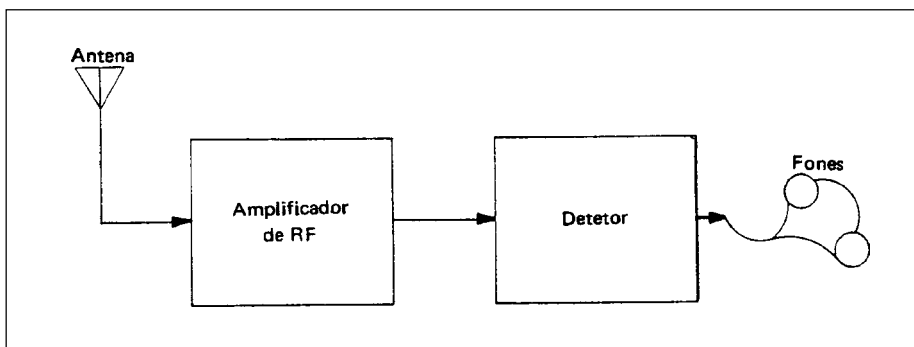
Fig 2-5. Diagrama em bloco de um detetor e um amplificador de RF

**c. Amplificador de audiofreqüência** - A capacidade de um detector, com ou sem amplificador, em geral é demasiado pequena para ser útil. Por esse motivo, o receptor é equipado com um ou mais amplificadores de audiofreqüência (Fig 2-6), a fim de aumentar sua capacidade até o nível necessário para operar os fones, o alto-falante, ou o teleimpressor.
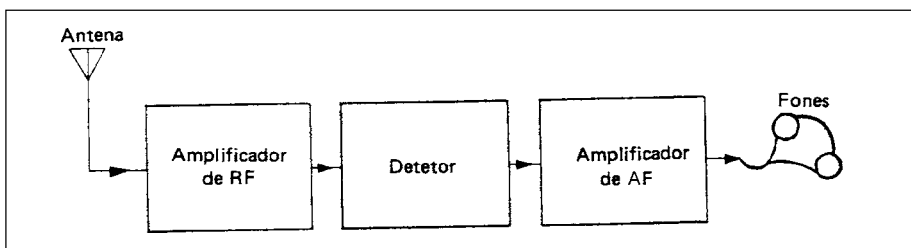
Fig 2-6. Diagrama em bloco de um receptor de rádio completo

## ARTIGO II

## RADIOPROPAGAÇÃO

### 2-7. GENERALIDADES

As ondas de rádio se propagam tanto junto da superfície terrestre quanto em direção ao espaço, fazendo-o, neste último caso, segundo vários ângulos , em relação à superfície da Terra (Fig 2-7). Essas ondas eletromagnéticas se deslocam no espaço à velocidade da luz, aproximadamente 300.000 Km/Seg.
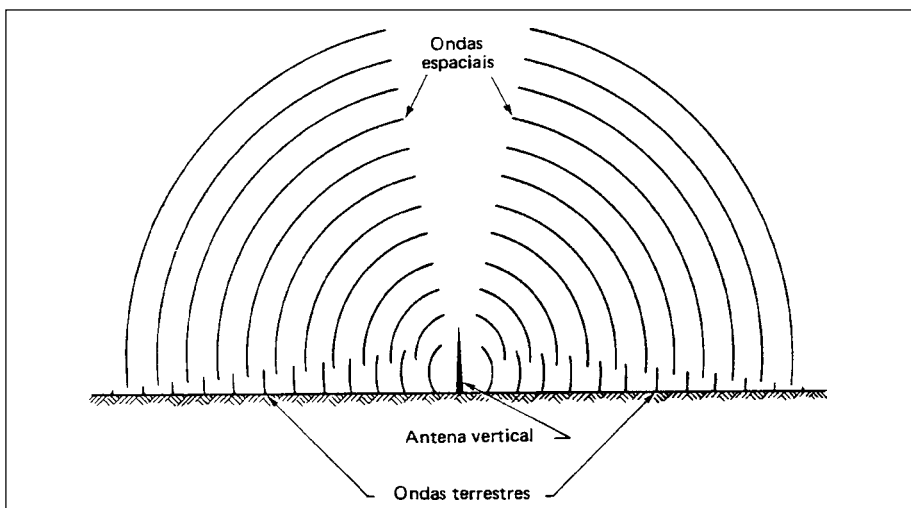
Fig 2-7. Emissão de ondas de rádio, de uma antena vertical

## 2-8. COMPRIMENTO DE ONDA

O comprimento de onda de rádio é a distância percorrida por uma onda durante o tempo requerido para completar um ciclo. Cada ciclo completo, de duas alternâncias de onda (Fig 2-8) é um comprimento de onda. Essa distância, que se expressa em metros, pode ser medida desde o início de uma onda até o início da seguinte, ou desde a crista de uma até a crista da outra; em qualquer caso a distância será a mesma.
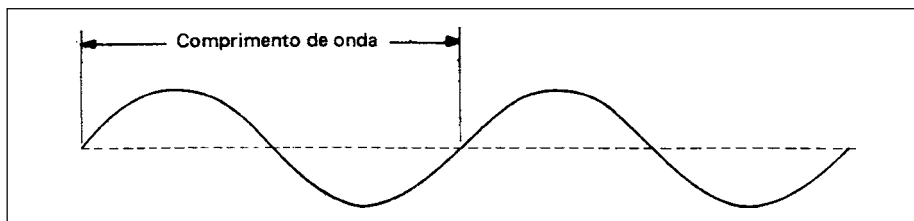
Fig 2-8. Comprimento de onda de rádio

## 2-9. FREQÜÊNCIA

**a.** Freqüência de uma onda de rádio é o número de ciclos completos que ocorrem durante o espaço de um segundo. O tempo de duração de um ciclo é diretamente proporcional ao comprimento da onda e inversamente proporcional à sua freqüência. A figura 2-9 mostra a comparação do comprimento de uma onda de 2 megahertz com a de outra, de 10 megahertz.
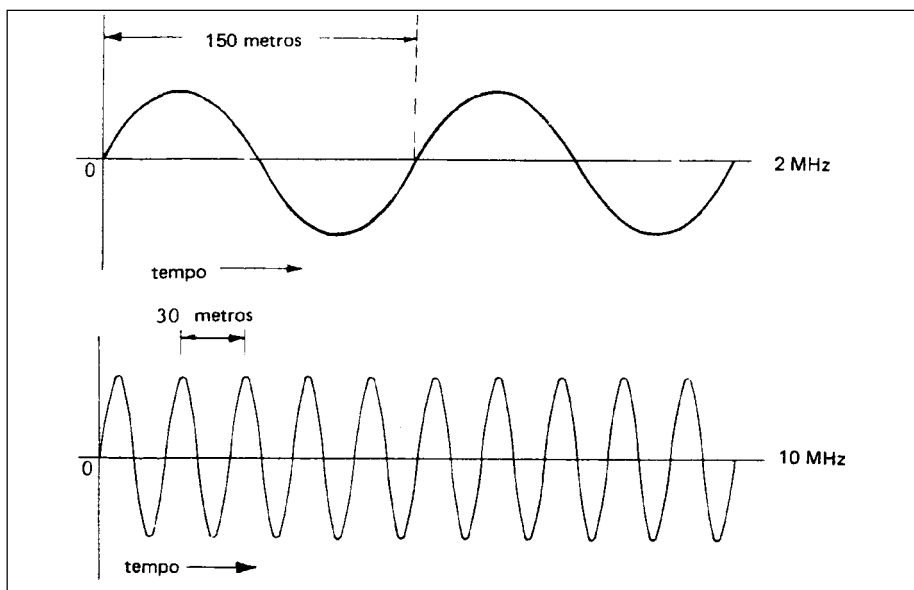
Fig 2-9. Comparação de duas ondas, de freqüências diferentes.

**b.** Como a freqüência das ondas de rádio é muito elevada, ela é expressa em quilohertz (kHz) ou megahertz (MHz). Um quilohertz é igual a 1.000 hertz (ciclo por segundo) um megahertz é igual a 1.000.000 de hertz.

**c.** Na prática, a velocidade de uma onda de rádio é considerada constante, independentemente da freqüência ou da amplitude em que ela é transmitida. Por esse motivo, para saber o comprimento de uma onda, conhecendo-se a freqüência, bastará dividir a velocidade de propagação dessa onda por sua freqüência.

$$\text{Comprimento de onda (em metros)} = \frac{300.000.000 \text{ ( metros por segundo )}}{\text{freqüência (Hertz)}}, \text{ou}$$

$$\frac{30.000, \text{ ou}}{\text{freqüência (kHz)}}, \text{ou}$$

$$\frac{300}{\text{freqüência (MHz)}}, \text{ou}$$

**d.** Para achar a freqüência, conhecendo-se o comprimento de onda, bastará dividir a velocidade de programação da onda pelo seu comprimento:

$$\text{freqüência (Hz)} = \frac{300.000.000}{\text{comprimento de onda (metros)}}, \text{ou}$$

$$\text{freqüência (kHz)} = \frac{300.000}{\text{comprimento de onda (metros)}}, \text{ou}$$

$$\text{freqüência (MHz)} = \frac{300}{\text{comprimento de onda (metros)}}, \text{ou}$$

## 2-10. FAIXAS DE FREQÜÊNCIA

A maioria dos conjuntos-rádio de campanha opera na faixa de 1,5 a 400 MHz. As radiofreqüências estão divididas em grupos ou faixas, a fim de facilitar seu estudo e referência. A tabela a seguir mostra as faixas de freqüências do radioespectro:

| NÚMERO DA FAIXA | FAIXA DE FREQUÊNCIAS | DESIGNAÇÃO DAS FAIXAS | SIGLA |
|---|---|---|---|
| 4 | 3 a 30 kHz | Ondas miriamétricas | VLF (Muito baixa) |
| 5 | 30 a 300 kHz | Ondas quilométricas | LF (Baixa) |
| 6 | 300 a 3000 kHz | Ondas hectométricas | MF (Média) |
| 7 | 3 a 30 MHz | Ondas decamétricas | HF (Alta) |
| 8 | 30 a 300 MHz | Ondas métricas | VHF (Muito alta) |
| 9 | 300 a 3000 MHz | Ondas decimétricas | UHF (Ultra alta) |
| 10 | 3 a 30 GHz | Ondas centimétricas | SHF (Super alta) |
| 11 | 30 a 300 GHz | Ondas milimétricas | EHF (Extremamente alta) |
| 12 | 300 a 3000 GHz | Ondas decimilimétricas | ---------------------------------- |

Abreviaturas: Hz = Hertz (ciclo por segundo)
k = quilo ( $10^3$ )
M = mega ( $10^6$ )
G = giga ( $10^9$ )

Tab 2-1. Faixas de freqüência

## 2-11. CARACTERÍSTICAS DAS FAIXAS DE FREQÜÊNCIA

Cada faixa de freqüência apresenta certas características de transmissão. Este assunto encontra-se desenvolvido no Anexo "A" (A-3).

## ARTIGO III

## MÉTODOS DE TRANSMISSÃO

## 2-12. GENERALIDADES

**a.** O conjunto-rádio empregado pela tropa é usado, principalmente, para transmitir informação através de palavras ou de código telegráfico.

**b.** A ativação dos tímpanos, por meio das vibrações de audiofreqüência (palavras ou código telegráfico), produz um efeito no sistema nervoso do corpo humano; esse efeito é chamado "'som". As vibrações sonoras se propagam no ar, na forma de ondas, à velocidade aproximada de 340 m por segundo.

**c.** Muito embora o som possa ser convertido em energia elétrica de audiofreqüência, sua transmissão sob esta forma de energia, através da atmosfera terrestre, mediante radiações eletromagnéticas, seria inviável posto que, para transmitir eficientemente um sinal de áudio de, por exemplo, 20 ciclos, seria necessária uma antena de cerca de 8.000 km de comprimento.

**d.** Todas as limitações acima desaparecem quando é utilizada energia elétrica de radiofreqüência. Sob esta forma de energia podem ser atingidas distâncias enormes; os comprimentos de antena são reduzidos a dimensões exeqüíveis; as perdas de energia de antena se mantêm em níveis razoáveis; podem ser utilizados muitos canais, emitindo cada um sua própria informação, e a seletividade dos sinais torna-se possível.

## 2-13. MODULAÇÃO

**a.** A onda portadora (Fig 2-10) não pode, por si própria, transportar informação; essa informação, sob a forma de sinais de áudio, lhe é superposta. Este processo de superposição, chamado modulação, faz variar ou modificar a freqüência ou a amplitude da onda portadora. Os sistemas militares de radiocomunicações utilizam os processos de modulação em amplitude (AM) e modulação em freqüência (FM).

**b.** A superposição de sinais de audiofreqüência na onda portadora de RF gera sinais adicionais de radiofreqüência. Essas freqüências adicionais são iguais à soma e à diferença das audioafreqüências e radiofreqüências envolvidas. Por exemplo, submetendo-se uma onda portadora, de 1000 kHz, a uma modulação em tom de áudio de 1 kHz, duas novas freqüências serão geradas: uma de 1001 kHz (soma 1000 e 1) e outra de 999 kHz (diferença entre 1000 e 1). No caso de ser utilizado um sinal de áudio complexo, em lugar de um sinal de tom simples, serão estabelecidas duas novas freqüências para cada uma das audiofreqüências envolvidas. Estas novas freqüências são chamadas faixas laterais.
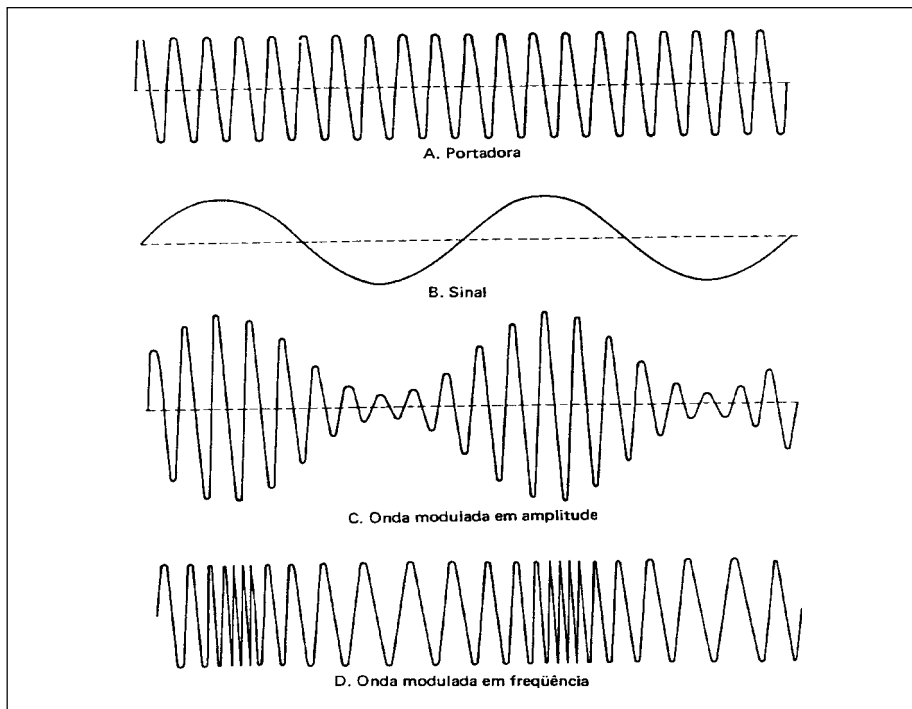
Fig 2-10. Formas de Onda

## 2-14. MODULAÇÃO EM AMPLITUDE

**a.** A modulação em amplitude é a modificação da energia de RF de saída de um transmissor, de acordo com a variação de uma onda de audiofreqüência. Em outras palavras, a energia de RF aumenta e diminui de potência, de acordo com as audiofreqüências. Em termos ainda mais simples, a modulação em amplitude é o processo de variar a potência de saída de um transmissor.

**b.** Quando uma portadora é modulada por um sinal de áudio simples, são produzidas duas freqüências adicionais: uma delas é a freqüência superior, que é igual à soma da freqüência da portadora e a freqüência do sinal de áudio, enquanto a outra é a freqüência inferior, que é igual à diferença entre a freqüência da portadora e a do sinal de áudio. A freqüência que ultrapassa o limite superior da freqüência da portadora chama-se freqüência lateral superior; a freqüência mais baixa que a da portadora chama-se freqüência lateral inferior.

**c.** Quando o sinal modulador é composto de tons complexos, como é o caso das palavras, cada componente individual da freqüência do sinal modulador produz suas próprias freqüências laterais, superior e inferior. Estas freqüências laterais ocupam uma faixa de freqüência chamada faixa lateral. A faixa lateral que contém a soma das freqüências da portadora e do sinal modulador chama-se faixa lateral

superior, e a que contém a diferença entre as mesmas freqüências chama-se faixa lateral inferior.

**d.** O espaço ocupado pela portadora e suas faixas laterais, dentro do espectro de freqüências, chama-se canal. Na modulação em amplitude, a largura do canal (largura de faixa) é igual ao dobro da freqüência moduladora mais alta. Conseqüentemente, se uma portadora de 5.000 kHz é modulada por uma faixa de freqüência entre 200 e 5.000 Hz (0,2 a 5 kHz), a faixa lateral superior estender-se-á de 5.000,2 a 5.005 kHz e a faixa lateral inferior o fará de 4.999,8 a 4995 kHz. A largura de faixa será então de 10 kHz, que corresponde ao dobro da freqüência moduladora mais alta (5 kHz).

**e.** Os sinais de amplitude modulada transportam informação unicamente em suas faixas laterais, cuja largura varia de acordo com a freqüência do sinal modulador. A potência do sinal modulador vai fazer variar a amplitude do sinal de RF.

**f.** Geralmente, a modulação em amplitude é utilizada nos transmissores de radiotelefonia operando nas faixas de média e alta freqüência.

## 2-15. MODULAÇÃO EM FREQÜÊNCIA

**a.** Modulação em freqüência é o processo em que se faz variar a freqüência da onda portadora de acordo com a variação de uma onda de audiofreqüência.

**b.** Em uma onda modulada em freqüência, a amplitude do sinal modulador determina a medida em que a freqüência instantânea se afasta da freqüência central, ou de repouso da portadora. Desta forma, a freqüência instantânea pode ser convenientemente desviada da freqüência da portadora, modificando a amplitude do sinal modulador. Este desvio de freqüência pode ser de várias centenas de quilohertz, mesmo que a freqüência da modulação seja unicamente de uns quilohertz. Contrariamente ao que acontece no caso da modulação em amplitude, os pares de faixas laterais, gerados pela modulação em freqüência, não se limitam à soma e à diferença entre a freqüência mais alta do sinal modulador e a freqüência da portadora.

**c.** O primeiro par de faixas laterais de um sinal de FM é constituído pela freqüência da portadora mais ou menos a freqüência do sinal modulador. Em caso múltiplo da freqüência moduladora, aparecerão novos pares de faixa laterais. Por exemplo, se uma portadora de 1 megahertz é modulada em freqüência por um sinal de áudio de 10 quilohertz, aparecerão diversos pares de faixas laterais, igualmente espaçados em cada lado da freqüência da portadora, entre 990 e 1010 kHz, 980 e 1020 kHz, 970 e 1030 kHz e assim por diante. Disso resulta, portanto, que um sinal modulado em freqüência ocupa uma largura de faixa muito maior que a ocupada por um sinal modulado em amplitude.

**d.** Tal como foi explicado acima, a freqüência modulada consiste de uma freqüência portadora e de um certo número de pares de faixas laterais. Quando a portadora é submetida ao processo de modulação em freqüência, e a amplitude do sinal modulador é aumentada, uma parte da energia do componente da freqüência portadora é transferida para os pares de faixas laterais.

**e.** A amplitude do sinal de FM é constante, no momento da irradiação pela antena transmissora; porém, sua freqüência varia de acordo com o sinal áudio modulador. Não obstante, durante o percurso entre as antenas transmissoras e receptoras, esse sinal é influenciado por ruídos, tanto naturais como os causados pelo homem, que produzem variações em sua amplitude. Todas essas variações indesejadas em sua amplitude são amplificadas à medida que o sinal passa através dos estágios sucessivos do receptor, até chegar ao limitador.

**f.** O limitador elimina as variações em amplitude e transfere o sinal de FM ao discriminador, que acusa as variações em freqüências da onda de RF. O sinal de FM, de amplitude constante, que resulta, é então processado pelo circuito discriminador, que transforma as variações em freqüências do sinal nas correspondentes variações em amplitude e voltagem. Estas variações de voltagem reproduzem o sinal modulador original em um dispositivo reprodutor qualquer, tal como fone, alto-falante ou teleimpressor.

**g.** Geralmente a modulação em freqüência é utilizada nos transmissores de radiotelefonia, operando em faixas de freqüência VHF e mais altas.

## 2-16. FAIXA LATERAL SINGELA

**a.** Das duas faixas laterais, que formam parte dos sinais modulados em amplitude, apenas uma aparece no espectro de um sinal de faixa lateral singela (FLS ou SSB). A figura 2-11 mostra a distribuição teórica de energia em um sinal modulado em amplitude.
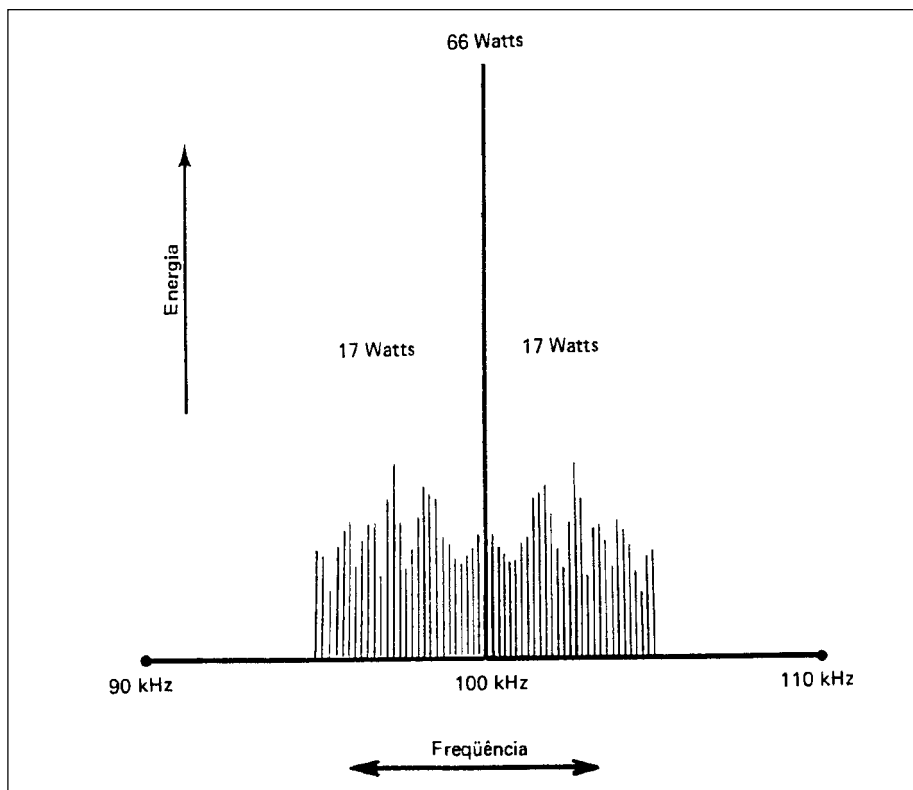
Fig 2-11. Distribuição da energia em um sinal modulado em amplitude

**b.** Da operação de mistura, que produz um sinal de AM, resultam duas faixas de freqüências, constituídas pela soma e pela diferença das freqüências da portadora e do sinal modulador. Ambas as faixas laterais, superior e inferior, contêm o mesmo sinal, ou seja, a mesma informação, o que permite que uma dessas bandas ou faixas laterais seja eliminada sem comprometimento da informação. Além disso, esta eliminação de uma das bandas proporciona uma economia de potência, uma vez que há necessidade de maior energia para a transmissão das duas bandas laterais. A escolha da faixa lateral a ser transmitida dependerá das características do filtro empregado. A transmissão de apenas uma faixa lateral, deixa em aberto a porção do espectro de radiofreqüência, que era ocupada pela banda eliminada, proporcionando, com isto, um melhor aproveitamento do espectro de freqüências.

**c.** A figura 2-12 demonstra que um transmissor de faixa lateral singela, com a mesma capacidade de energia, filtra uma faixa lateral, elimina a portadora, e deixa disponível a energia da faixa lateral filtrada e a da portadora eliminada, para aumentar a energia transmitida, correspondente à faixa lateral restante.
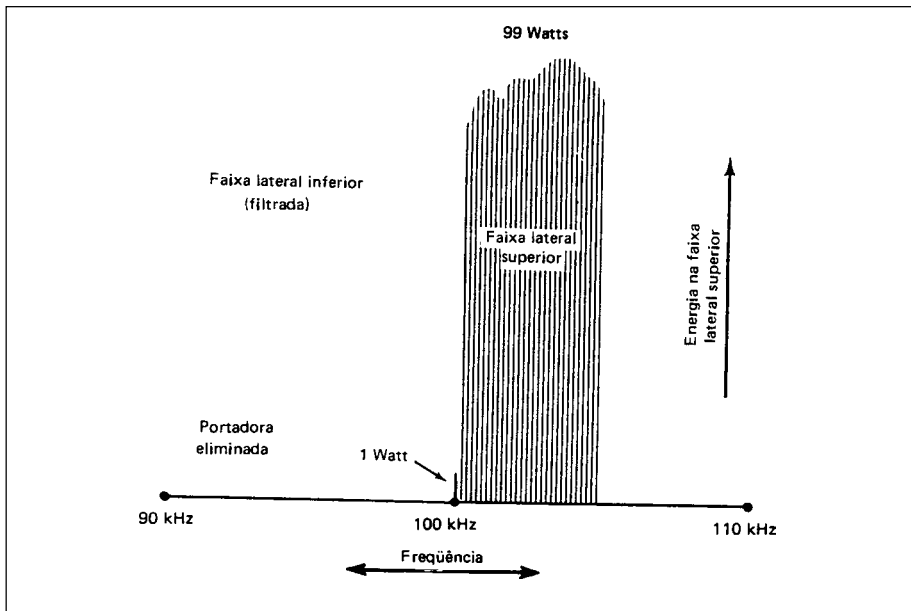
Fig 2-12. Transmissão em faixa lateral singela ( FLS ou SSB )

## 2-17. RADIOTELEGRAFIA

**a.** Radiotelegrafia é a transmissão de informação mediante ativação e interrupção de uma onda portadora, através de um manipulador. As letras e algarismos de uma mensagem são transmitidos combinando-se impulsos curtos e longos (pontos e traços) formando grupos, de acordo com o código telegráfico. Por exemplo, se o operador deseja transmitir a letra “A” em código (Fig 2-13), fecha o manipulador durante uma fração de segundo, abre-o a seguir durante outra fração de segundo e fecha-o novamente durante uma duração três vezes maior que a primeira. Este sistema de transmissão chamado radiotelegrafia ou transmissão por onda contínua, é mostrado através das formas de ondas que aparecem na figura 2-13.
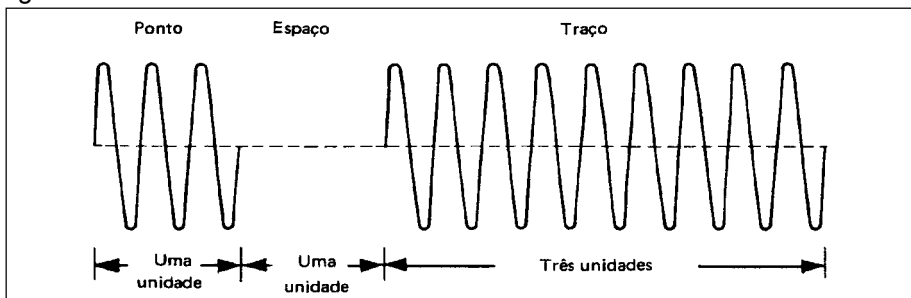
Fig 2-13. Sinal de radiotelegrafia ( CW )

**b.** A informação radiotelegráfica pode, também, ser transmitida empregando-se onda modulada em tom. Nesse tipo de transmissão, a portadora é modulada de acordo com uma freqüência fixa de áudio, entre 500 a 1000 Hertz. Como a emissão em tom é de faixa ampla, ela pode ser utilizada eficientemente para evitar certos tipos de interferência. Por outra parte, essa amplitude de faixa torna este sinal alvo fácil para os radiogoniômetros. O alcance dos transmissores em onda modulada em tom é menor que o dos transmissores em onda contínua, utilizando a mesma potência de saída.

**c.** A transmissão radiotelegráfica manual tem uma capacidade de tráfego limitada. Conseqüentemente, seu uso fica restrito aos escalões menores, onde o volume de tráfego é pequeno, podendo também ser utilizada em lugares muito afastados ou isolados, quando não há outros meios de comunicações disponíveis.

(1) A radiotelegrafia pode, muitas vezes, ser utilizada quando falham os demais tipos de radiocomunicações, devido às condições atmosféricas ou à interferência.

(2) Os transmissores telegráficos têm um alcance maior que os de radiotelefonia, utilizando a mesma potência de saída, devido a que a energia portadora dos sinais se concentra em uma largura de faixa muito menor.

(3) Dentro de uma determinada potência de saída, é possível operar sem interferências mútuas, muito mais transmissores de radiotelegrafia que de radiotelefonia.

## 2-18. RADIOTELEFONIA

**a.** O microfone de um aparelho de radiotelefonia transforma ondas sonoras em impulsos elétricos muito fracos (Fig 2-14).
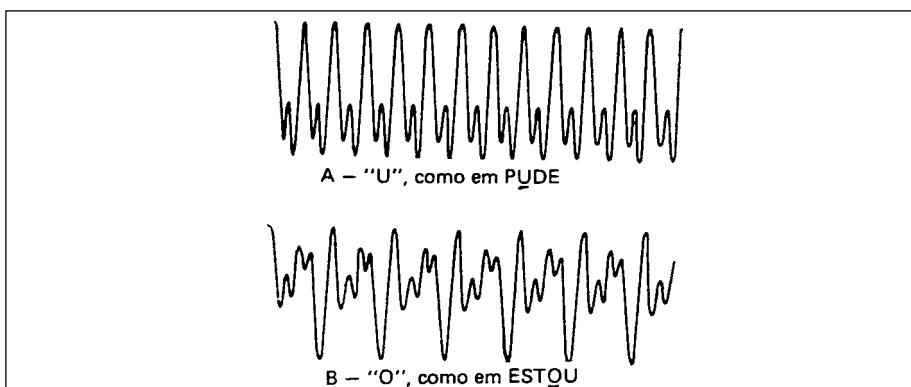
Fig 2-14. Exemplos de ondas da voz humana

**b.** Esses impulsos são amplificados ao atravessarem uma série de amplificadores de audiofreqüência e, logo a seguir, um modulador. Este modulador fornece o potencial de audiofreqüência necessário para modular a radiofreqüência do amplificador. No receptor, a RF assim modulada é demodulada, restando,

então, o componente de áudio do sinal captado, que é reproduzido em um alto-falante ou fone.

## 2-19. RADIOTELEIMPRESSÃO

**a.** A transmissão por radioteleimpressor é indicada para cobrir distâncias de vários milhares de quilômetros. Este tipo de transmissão é utilizado pelos escalões superiores nas situações táticas caracterizadas pela rápida evolução em que o tempo disponível não permite o estabelecimento de comunicações através do fio. É também empregado em áreas de grande volume de tráfego, quando o estabelecimento de rádio-circuitos oferece condições de segurança. A transmissão por radioteleimpressão é também de grande utilidade para estabelecer as comunicações entre pontos dificilmente ligados através de fio, tais como aqueles separados por grandes extensões de água ou selva.

**b.** O teleimpressor consiste de um aparelho de teclado e um mecanismo de recepção e impressão. O acionamento de uma tecla ativa o mecanismo transmissor e envia uma série de impulsos elétricos, que são recebidos por um dispositivo receptor, através de um canal de rádio. Este dispositivo converte os impulsos em uma ação mecânica, que permite ao dispositivo de impressão selecionar e imprimir o caráter apropriado. Cada tecla transmite um conjunto diferente de impulsos (Fig 2-15), podendo a mensagem ser recebida em forma de página ou em fita. O teclado do teleimpressor contém as letras do alfabeto, os algarismos e os sinais de pontuação (Fig 2-15). Este aparelho também executa as funções de retorno do carro, alimentação de linhas, espaçamento dos tipos, disposição de figuras e distribuição de espaços.
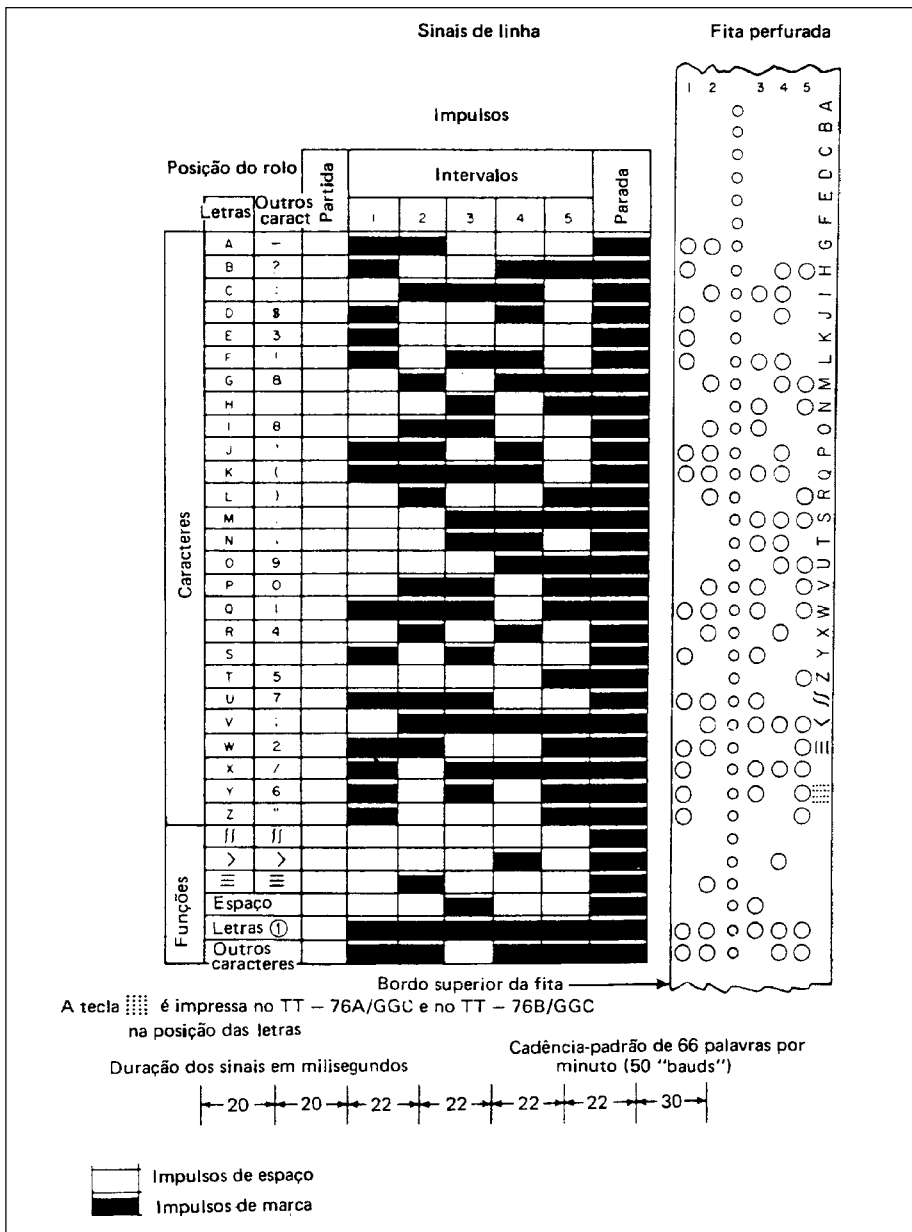
Fig 2-15. Código de cinco unidades de tempo, de aparelho teleimpressor padrão

# CAPÍTULO 3

## FONTES DE ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### 3-1. GENERALIDADES

A energia necessária para operar um equipamento de rádio pode proceder de diversas fontes de alimentação de energia elétrica, tais como: eletricidade comercial, pilhas secas, acumuladores, grupos eletrogêneos, alternadores e outros. Cada uma destas fontes têm vantagens e limitações. Dependendo da forma de aplicação, elas podem ser utilizadas individualmente ou formando combinações.

### 3-2. ELETRICIDADE COMERCIAL

As redes de eletricidade comercial podem proporcionar diversas tensões de corrente alternada (CA) ou contínua (CC), que podem ser utilizadas como fontes primárias de suprimento de energia elétrica. A tensão da corrente alternada varia de 115 volts, nos sistemas monofásicos, a 220 volts, nos sistemas trifásicos utilizados na indústria. A tensão da corrente contínua varia entre 32 e 440 volts. Os sistemas elétricos construídos para operar com corrente alternada não devem ser ligados na corrente contínua e vice-versa, posto que o equipamento seria danificado.

### 3-3. CONVERSORES

**a. Generalidades** - Devido à grande variedade de eletricidade comercial utilizada nas diversas partes do mundo, bem como as exigências de certos tipos de equipamentos de radiocomunicações, é freqüentemente necessário modificar as características da energia disponível. Estas modificações podem consistir na elevação ou abaixamento da tensão, na conversão da corrente contínua em alternada e vice-versa e na variação da freqüência . Para efetuar essas modificações, podem ser utilizados diversos tipos de equipamentos, tais como transformadores, retificadores, inversores e conversores rotativos.

**b. Transformadores** - A maior parte dos equipamentos de CA utilizados nos sistemas de comunicações é projetado para operar com 115 ou 220 volts; não obstante, muitas são as áreas onde a energia disponível não obedece a estas especificações. Em tais casos, devem ser utilizados transformadores, para elevar ou baixar a tensão da corrente alternada, ajustando-a aos valores requeridos.

**c. Retificadores** - São dispositivos eletrônicos que convertem a corrente alternada em corrente contínua pulsante, para posterior filtragem e emprego nos equipamentos de corrente contínua. Os componentes eletrônicos que retificam a corrente são chamados de diodos semicondutores e os que fazem a filtragem são chamados de indutores.

**d. Inversores** - São circuitos eletrônicos que convertem a corrente contínua de baixa tensão em corrente alternada, que possa ser retificada, para fornecer o potencial de energia contínua requerida pelo equipamento. Assim, dos inversores pode-se obter corrente contínua ou alternada.

**e. Conversores rotativos** - São aparelhos síncronos que transformam corrente alternada de tensão e freqüência determinadas, em corrente, também alternada, de tensão e freqüência diferentes das primeiras. Podem, também, ser utilizados para transformar corrente alternada em contínua e vice-versa. São constituídos por um motor elétrico de CA ou CC e um gerador elétrico da CA ou CC.

## 3-4. BATERIA DE PILHAS SECAS

São baterias primárias, ou seja, não admitem recarga. Estas baterias são especialmente desenhadas para serem empregadas quando o potencial de energia necessária é pequeno, ao mesmo tempo em que é requerida uma facilidade de transporte. Elas são, normalmente, utilizadas para fornecer energia aos telefones de campanha, aos conjuntos-rádio, circuitos de alarme, sinais luminosos de emergência e equipamentos portáteis para testes. As baterias de pilhas secas são fabricadas em diversas formas e tamanhos e com várias capacidades de tensões e correntes, que as tornam aptas para muitas aplicações.

## 3-5. BATERIAS DE NÍQUEL CÁDMIO (NICd)

São baterias secundárias que admitem recarga, ou seja, são reversíveis. Necessitam de cuidados e atenção especiais. Recomenda-se não incinerar ou mutilar uma bateria recarregável em face da possibilidade do desprendimento de substâncias tóxicas ou de explosão. Deve-se evitar o curto-circuito ou a descarga total da bateria, pois se a carga chegar a 1,1 volts ou menos reverte-se a polaridade da bateria e a mesma não aceitará recarga, podendo haver centelhamento da mesma. Quando carregada, apresentará uma tensão de 1,4 volts. Não deve ser utilizada por um período superior a doze horas sem recarga.

## 3-6. ACUMULADORES

Os acumuladores constituem uma fonte compacta de corrente contínua, capazes de operar estações ou centrais telefônicas portáteis (táticas), bem como diversos tipos de rádio-transmissores e receptores. Eles são também utilizados para acionar os motores de partida das viaturas, podendo, além disso, fornecer a energia primária necessária para iniciar o funcionamento dos motores a gasolina ou óleo diesel, necessários para acionar grupos eletrogêneos de até 50 KVA.

## 3-7. ALTERNADORES

São geradores de corrente alternada trifásica. Possuem na sua estrutura uma unidade retificadora e uma unidade reguladora, com a finalidade de suprir em corrente contínua de 12 ou 24 volts o circuito de carga da bateria das viaturas e para a alimentar o conjunto-rádio veicular.

## 3-8. GRUPOS ELETROGÊNEOS

São fontes de energia elétrica, constituídas de um motor à explosão e um gerador elétrico. Os grupos eletrogêneos de CC têm uma capacidade de produção de energia entre 0,4 e 15,0 KVA, enquanto a capacidade dos grupos eletrogêneos de CA é o 0,3 a 1.000 KVA. Além destes, existem outros especialmente desenhados que fornecem ambas as correntes, contínua e alternada.

## 3-9. GERADORES SOLARES

As células solares são transdutores que convertem a energia solar em energia elétrica. A associação dessas células constitui a bateria solar. O gerador consiste de uma bateria secundária (reversível), ácida ou alcalina, e de um regulador de carga. A energia dos geradores solares é empregada em telemetria, radiofonia, rádio-sinalização, satélites e outras finalidades.

# CAPÍTULO 4

## PROPAGAÇÃO DAS ONDAS DE RÁDIO

### 4-1. INTRODUÇÃO

**a.** A comunicação à distância efetuada pelo meio rádio, ou seja, através da propagação das ondas de rádio (ou eletromagnéticas), é denominada de enlace rádio. Já que a propagação das ondas de rádio é fortemente influenciada pelo ambiente entre e ao redor dos elementos do enlace, o operador deve possuir noções sobre tal influência, a fim de conseguir estabelecer o enlace com a qualidade e a confiabilidade requerida pela missão. Além desta influência, a operação em um ambiente congestionado eletromagneticamente, sujeito à interferência proposital ou acidental, impõe um adequado conhecimento das condições de emprego do meio.

**b.** Este capítulo apresenta inicialmente alguns conceitos básicos sobre a propagação das ondas de rádio, os fenômenos típicos encontrados em enlaces em meio naturais (o ambiente encontrado nas comunicações de campanha), bem como os mecanismos básicos de enlace. Em seguida, é apresentado o comportamento da propagação das ondas de rádio em função da freqüência. O capítulo encerra-se com a descrição de características de propagação em ambientes específicos.

### 4-2. CONCEITO BÁSICOS

**a.** O alcance médio de utilização nas faixas de UHF/VHF ( grupos 1, 2, 3, 7 e 8 ) é função da potência, da freqüência, do relevo e vegetação e das obstruções naturais e artificiais. Na faixa de HF ( grupos 4, 5, 6 e 9 ) o alcance médio de utilização, além dos fatores já citados anteriormente para as faixas de UHF/VHF, sofre a influência da ionosfera.

**b.** O estabelecimento de um enlace rádio é função dos seguintes parâmetros: potência efetivamente irradiada, sensibilidade dos receptores, relação sinal-ruído mínima de recepção e atenuação.

**c.** A potência efetivamente irradiada é obtida multiplicando-se a potência aplicada à antena pelo transmissor pelo ganho da antena na direção desejada.

**d.** A sensibilidade do receptor refere-se à menor amplitude do sinal recebido que fornece um sinal aceitável de saída. A relação sinal-ruído de recepção é função do sinal recebido desejado e dos sinais recebidos indesejáveis (interferência, proposital ou não). Mais importante do que o nível do sinal recebido, é a relação sinal-ruído de recepção (S/N).

**e.** Conforme a onda de rádio afasta-se da antena transmissora, o sinal recebido reduz-se. Esta redução é caracterizada por uma atenuação em relação ao valor original. A atenuação nos enlaces rádio é função dos seguintes fatores: distância entre as antenas, freqüências de operação, tipo de solo, obstáculos e vegetação no percurso e a atmosfera.

**f.** Um valor de referência de atenuação é o denominado “Atenuação no Espaço Livre”, função apenas da distância do enlace e da freqüência de operação. A propagação em espaço livre caracteriza-se pela propagação da onda eletromagnética em linha reta, sem perturbações de qualquer natureza.

**g.** A atenuação total em um enlace é soma do valor no espaço livre com os demais valores de atenuação.

**h.** Durante a ocorrência de uma comunicação via rádio existe uma flutuação do sinal recebido. Esta flutuação é devida às variações aleatórias da atmosfera e a variação da posição das estações. Para aumentar-se a confiabilidade de um enlace é necessário estabelecer-se uma margem de segurança, aumentando-se a potência de saída ou empregando-se antenas diretivas. O aumento de potência deve ser limitado de modo a não provocar interferência em enlaces distantes. O uso de antenas diretivas em ambientes táticos-móveis é limitado devido à constante mudança da posição das estações.

**i.** As tabelas abaixo fornecem um alcance estimativo de propagação, em função da potência aplicada em determinada área, considerando-se as faixas de UHF, VHF e HF.

**VHF / UHF**

| ÁREA / PONTÊNCIA | URBANA | RURAL | FLORESTA | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|
| 1 a 5 W | 1 a 3 km | 1 a 10 km | 100 m a 1 km | Vegetação fechada, relevo acidentado e elevado número de edificações reduzem o alcance rádio de utilização. |
| 50 W | 5 a 10 km | Não especificado | 100 m a 3 km | |

Tab 4-1. Alcance estimativo de propagação em VHF e UHF

**HF ( ANTENA VERTICAL )**

| ÁREA / PONTÊNCIA | URBANA | RURAL | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|
| 1 a 5 W | 1 a 3 km | 1 a 10 km | Propagação em onda terrestre. Ocorre ainda propagação via ionosfera com alcance de cerca de 4000 km |
| 50 W | 1 a 5 km | 5 a 20 km | |
| 400 W | cerca de uma centena de km | | |

Tab 4-1A. Alcance estimativo de propagação em HF (Antena vertical)

**j.** A faixa de SHF é empregada normalmente em enlaces em visibilidade entre as elevações, sobre a superfície da Terra (enlace terrestre) ou entre a Terra e o satélite.

## 4-3. FENÔMENOS DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS DE RÁDIO EM AMBIENTES NATURAIS

**a.** A atenuação da intensidade do sinal, além do valor previsto em espaço livre, e a alteração da trajetória em linha reta, observada nos enlaces rádio em ambientes naturais, são decorrentes dos seguintes fenômenos: reflexão, refração, difração, espalhamento e absorção.

**b. Reflexão**

(1) Assim como a luz, as ondas de rádio podem ser refletidas ao incidirem superfícies condutoras tais como placas metálicas (perfuradas ou inteiras), estruturas metálicas ou até mesmo no solo ou em água salgada (Fig 4-1).

(2) O efeito da reflexão é a alteração da trajetória retilínea da onda, além da introdução de uma atenuação adicional. A reflexão pode ser usada como forma de contornar-se um obstáculo, empregando-se refletores para conduzir a onda para a direção desejada. Nos enlaces analógicos de voz os efeitos da reflexão são pouco perceptíveis. No entanto, para sinais de vídeo, o surgimento de imagens secundárias ("fantasmas") pode ser perturbador. Para sinais digitais, o efeito da reflexão pode ser fortemente perturbador, aumentando com a velocidade da transmissão dos dados. Isto pode ser observado em enlaces digitais em áreas urbanas, onde as edificações agem como refletores. A reflexão é mais perceptível com o emprego de antenas diretivas e freqüências acima de 50 MHz.

**c. Refração**

(1) Este fenômeno é devido à variação do índice de refração da atmosfera terrestre em função da altura.

(2) O efeito da refração é o encurvamento das ondas de rádio, aproximando-as ou afastando-as da superfície da Terra. O grau de encurvamento e a direção são função da taxa de variação do índice de refração da Terra com a altura. A refração por si não introduz atenuação; no entanto, "desfocalização" por ela provocada pode acarretar em uma parcela de perda do sinal desejado e a conseqüente atenuação.
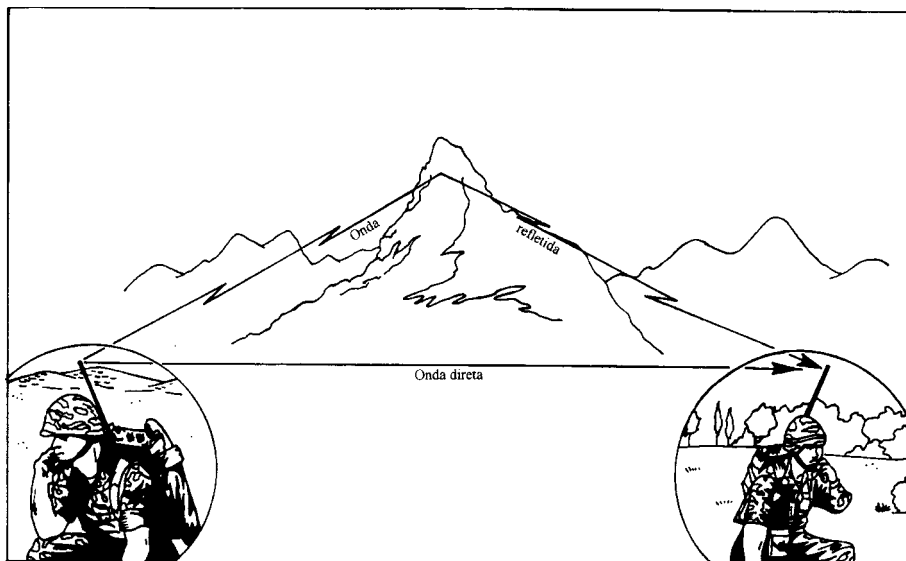
Fig 4-1. Reflexão das ondas eletromagnéticas

(3) Assim, na prática, as ondas de rádio em enlaces terrestres seguem trajetórias curvas. A refração pode ser empregada para estabelecer-se enlaces em “visada rádio”, que não apresentam linha de visada. No entanto, o efeito do afastamento da onda pode interromper enlaces rádio que apresentam linha de visada ( Fig 4-2 ). O fenômeno da refração é mais perceptível com antenas diretivas em freqüências acima de cerca de 200 Mhz

**d. Difração**

(1) O fenômeno da difração pode ser observado na sombra de um objeto iluminado pelo sol. Observa-se que as bordas não são nítidas. Analogamente, quando uma onda de rádio incide em um obstáculo (elevação ou edificação), surge um efeito de iluminação “atrás” do obstáculo. A intensidade do sinal atrás do obstáculo é função de sua forma e do grau de obstrução da primeira zona de Fresnel. A primeira zona de Fresnel é uma região onde se considera estar concentrada a energia da onda de rádio, sendo função da freqüência de trabalho, da distância entre as antenas e da antena transmissora até o obstáculo. Em geral, em enlaces obstruídos, quanto mais próximo ao topo do obstáculo, maior é o sinal recebido ( Fig 4-3 ).

(2) O fenômeno da difração é mais perceptível em freqüências acima de cerca de 100 MHz. O projeto de enlaces acima de 100 MHz consiste na elaboração de um modelo de trajetória curvilínea para o feixe rádio (refração) e a avaliação da atenuação por difração devido ao obstáculo considerado.
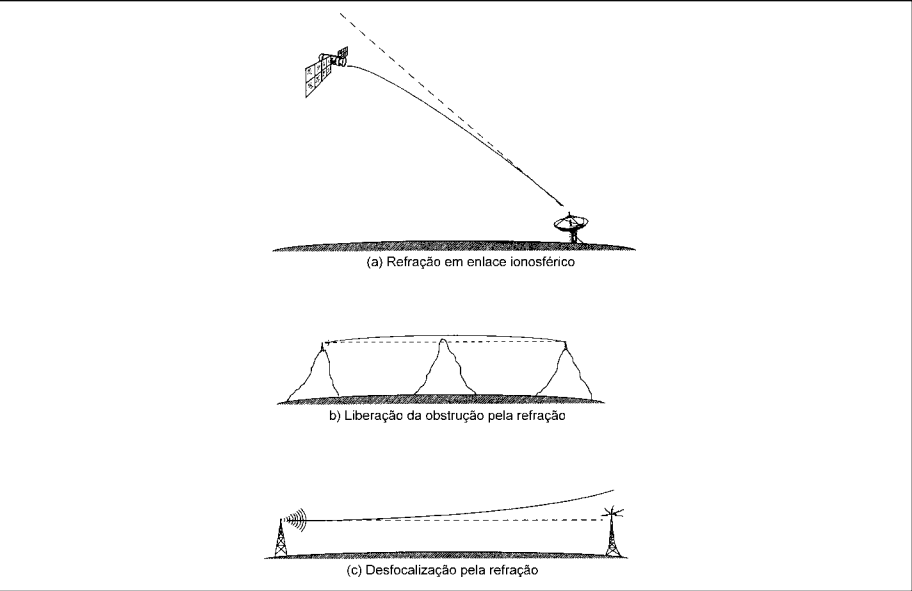
Fig 4-2. Refração das ondas eletromagnéticas
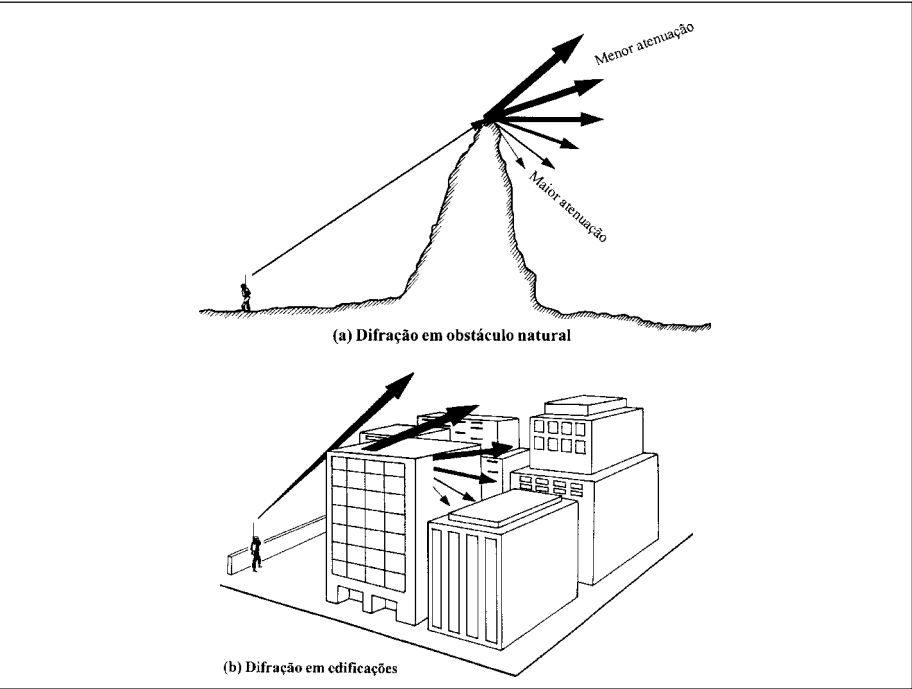
Fig 4-3. Difração das ondas eletromagnéticas

**e. Espalhamento**

(1) O fenômeno de espalhamento pode ser observado quando um feixe de luz incide em uma região com neblina. O efeito é de um “espalhamento” da luz em diversas direções, além daquela originalmente tomada pelo feixe principal.

(2) O efeito possui analogia com as ondas de rádio. Um feixe de rádio ao incidir em uma determinada região da atmosfera denominada troposfera sofre um fenômeno de espalhamento. Os enlaces realizados por meio do espalhamento das ondas eletromagnéticas denominan-se de “espalhamento troposférico” ou “tropodifusão”. Como a energia que se propaga em uma determinada direção é menor do que a incidente, os enlaces troposféricos requerem antenas com áreas elevadas, de dezenas a centenas de metros quadrados, a fim de se aumentar a parcela da energia captada ( Fig 4-4 ).

(3) A tropodifusão ocorre a algumas centenas de metros acima da superfície do solo, sendo utilizada nas freqüências entre 300 MHz e 1 GHz. Os alcances variam entre algumas dezenas de km a algumas centenas de km, sem o emprego de repetidores, o que é uma vantagem caso o território intermediário possa sofrer ação inimiga. Este tipo de enlace é apropriado para regiões com extensas áreas de florestas, áreas montanhosas, extensões de água, ou de difícil acesso ou travessia.
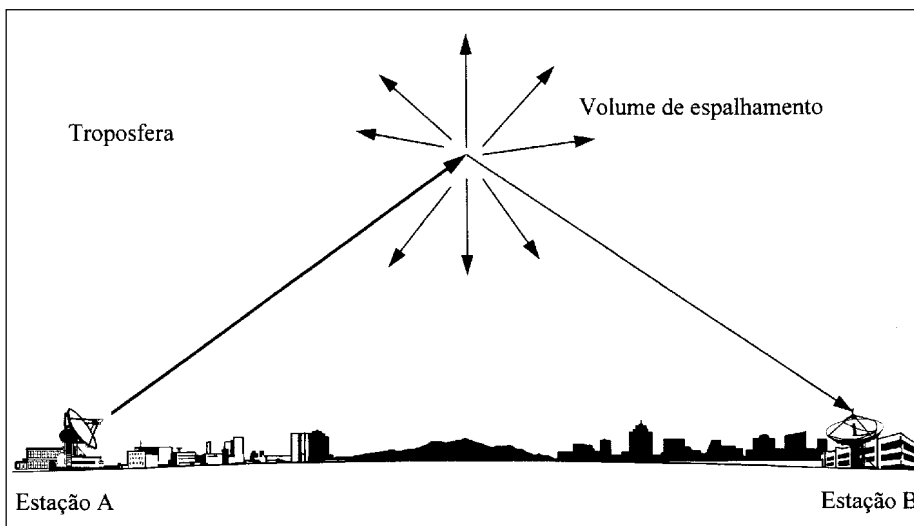
Fig 4-4. Espalhamento das ondas eletromagnéticas

**f. Absorção**

(1) Assim como um pedaço de plástico escuro pode reduzir a intensidade de um feixe luminoso, o suficiente para que possamos olhar na direção do sol, também certos materiais podem apresentar uma característica de “absorção” da energia eletromagnética, aumentando assim o valor da atenuação no enlace. O grau de absorção, e da conseqüente atenuação, é função dos

seguintes fatores: freqüência de operação, condutividade, permeabilidade magnética e constante dielétrica do material.

(2) Normalmente, quando uma onda eletromagnética incide sobre uma superfície (solo, água, edificações), parte da energia é refletida e parte tende a propagar-se para dentro do material, sendo absorvida neste trajeto (Fig 4-5).
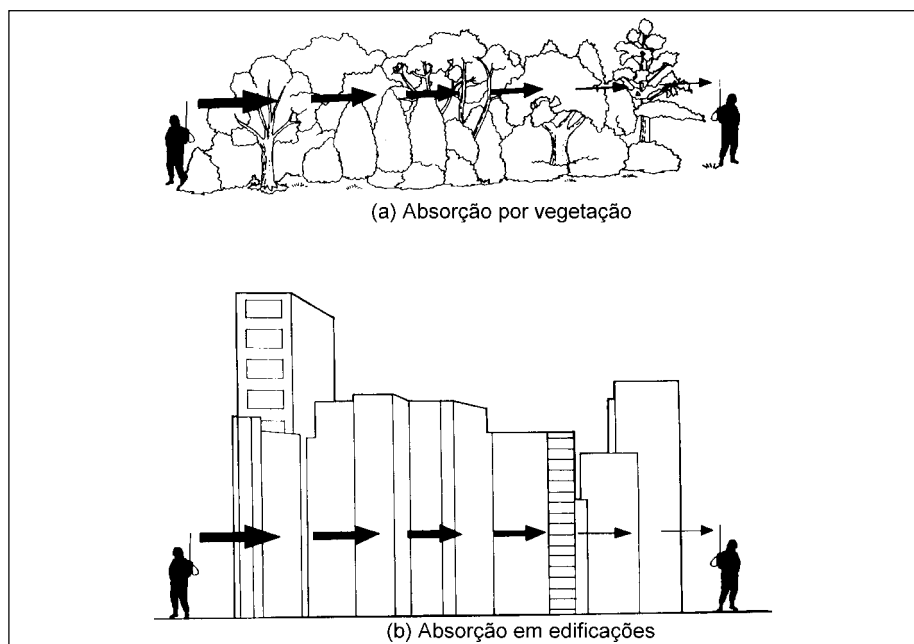
Fig 4-5. Absorção das ondas eletromagnéticas

## 4-4. MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO

**a.** Os mecanismos, ou modos de propagação, são modelos que buscam fornecer uma visualização de um enlace, facilitando o correto emprego do meio rádio, o gerenciamento de freqüências e o cálculo de interferências. Seu conhecimento pode conduzir a um aumento na qualidade e confiabilidade de tais enlaces. No entanto, nas comunicações de campanha não é possível obter-se um enlace com 100% de confiabilidade para uma determinada qualidade. Os valores de potência necessária seriam irrealizáveis na prática.

**b.** Ainda que apresentados separadamente, em um mesmo enlace mais de um mecanismo de propagação pode ocorrer, nem sempre reforçando o sinal na recepção.

**c.** Os mecanismos de propagação básicos em meios naturais são: onda terrestre e onda espacial.

(1) Onda terrestre

(a) O mecanismo de propagação por onda terrestre é característico dos enlaces táticos, para distâncias de algumas dezenas de quilômetros e para ligação terra-avião. A influência do solo é devida ao relevo, às obstruções e as características de reflexão.

(b) O mecanismo de propagação por onda terrestre pode ser dividido em quatro componentes: de superfície, direta, refletida e troposférica.

1) Onda de Superfície

a) A componente propagação por onda de superfície é característico dos enlaces táticos operando na faixa de 500 kHz a cerca de 50 MHz (MF, HF e parte da faixa de VHF), para distâncias de até algumas dezenas de quilômetros. A reduzida influência dos fenômenos atmosféricos nesta faixa de freqüência e a maior influência do solo fazem que este modo de propagação seja estável quanto a flutuações do sinal (Fig 6-6).
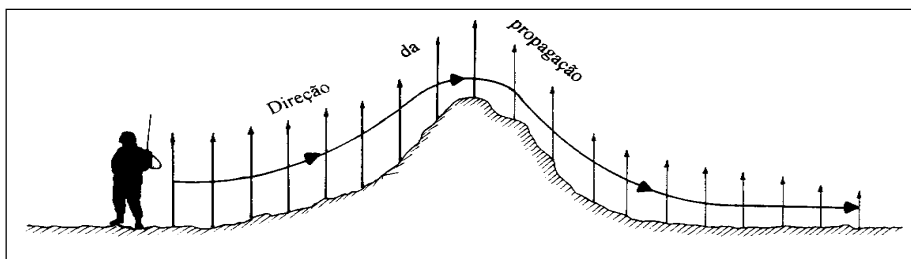
Fig 4-6. Propagação por onda de superfície

b) Neste modo de propagação o solo age como um condutor, ou guia, para as ondas de rádio, as quais se propagam acompanhando o relevo. As ondulações do solo tendem a ter menos influência do que as características do solo.

c) Os parâmetros que afetam a propagação das ondas de rádio por onda terrestre são:

- freqüência de operação;
- polarização da onda;
- características do solo (condutividade, permissividade e permeabilidade);
- potência de transmissão.

d) Para um mesmo tipo de solo, quanto menor a freqüência menor a atenuação e, conseqüentemente, maior a área de cobertura possível. Para uma mesma freqüência, quanto maior a condutividade do solo, maior o alcance possível. A condutividade do solo está associada à quantidade de água presente e à salinidade. Regiões desérticas tendem a apresentar baixos valores de condutividade do solo. No mar, devido ao seu elevado valor de condutividade, é possível estabelecer-se enlaces de até algumas centenas de quilômetros empregando-se potências da ordem de dezenas de watts, na faixa de LF e HF.

e) A antena deve ser mantida, preferencialmente, na posição vertical (polarização vertical).

2) Onda Direta - A onda direta é modelada por uma linha ligando as antenas transmissoras e receptoras, sofrendo a influência da refração e da obstrução por elevações. Normalmente, o alcance pode ser estendido elevando-se a altura das antenas e aumentando-se a potência de transmissão (Fig 4-7).
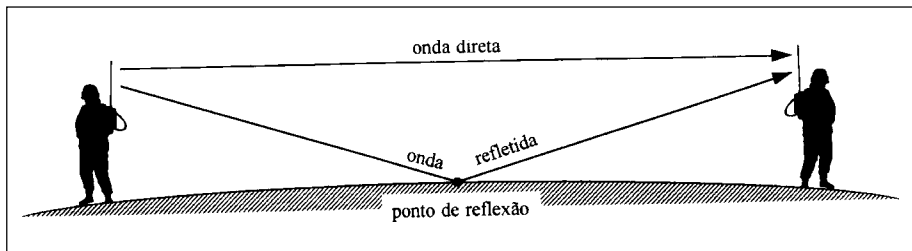
Fig 4-7. Propagação por onda terrestre

3) Onda refletida na terra

a) A onda refletida é modelada por um percurso constituído por dois segmentos de reta. Um segmento dirige-se da antena transmissora até a um certo ponto, denominado ponto de reflexão, e daí um outro segmento até à antena receptora. Ambos os segmentos sofrem a influência da refração e das obstruções. A quantidade de energia refletida é função das características do solo no ponto de reflexão.

b) A intensidade do sinal incidente na antena receptora, resultante da soma da onda direta e da onda refletida, pode oscilar, levando em certas situações a interrupção do enlace. Este efeito é mais perceptível com o emprego de antenas diretivas, em freqüências superiores a 500 MHz. Nestes casos, a elevação da antena pode provocar uma elevação ou uma redução no sinal recebido.

4) Onda Troposférica

a) A propagação por espalhamento troposférico, ou tropodifusão, depende da presença de poeira, partículas, gotas d'água em suspensão (nuvens), e irregularidades no índice de refração, dentro de um volume comum aos cones das antenas transmissora e receptora. A base deste volume situa-se tipicamente a 600 metros, para enlaces de 100 Km e a 9000 metros para distâncias de 500 Km. As perdas do enlace aumentam em 10 dB para cada grau de elevação para cada uma das antenas em relação ao horizonte. Por isso é fundamental conseguir-se a desobstrução do ângulo de partida. Os alcances variam de algumas dezenas a algumas centenas de km, sem o emprego de repetidores, o que é uma vantagem caso o território intermediário possa sofrer ação inimiga ( Fig 4-8 ).

b) A tabela seguinte fornece valores típicos de atenuação, em dB, por espalhamento troposférico, em condições atmosféricas médias.

| Freqüência (MHz) | Distância (km) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 50 | 150 | 300 | 500 |
| 70 | 47 | 53 | 61 | 75 |
| 150 | 50 | 55 | 64 | 78 |
| 430 | 55 | 60 | 69 | 82 |
| 1300 | 59 | 65 | 74 | 87 |
| 5600 | 64 | 71 | 81 | 94 |

Tabela 4-2 - Valores de atenuação por tropodifusão, em dB.
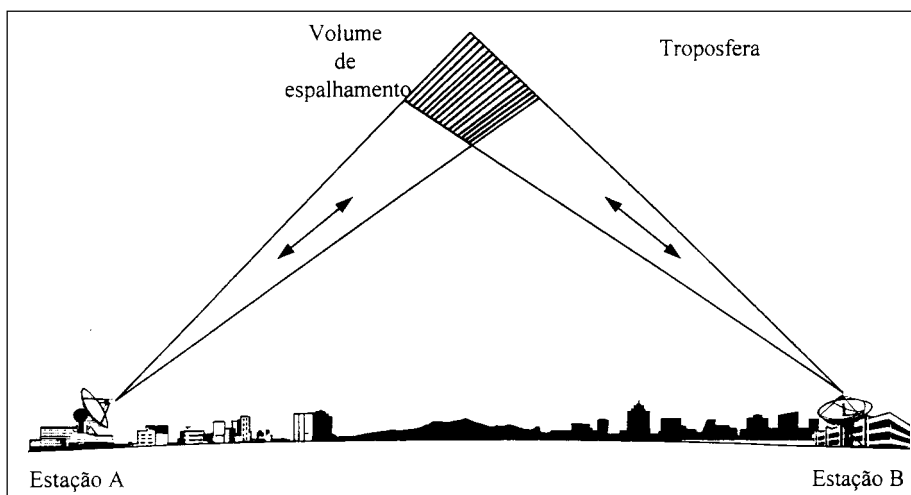
Fig 4-8. Propagação por onda troposférica

c) A atenuação total do enlace é obtida acrescendo-se ao valor da tabela o valor da atenuação por espaço livre e as atenuações devidas à obstruções, perdas por acoplamento das antenas e variações climáticas.

d) Não existe definição se esse fenômeno da tropodifusão deva ser considerado um componente das ondas terrestre ou da onda ionosférica.

(2) Onda Espacial - É característica dos enlaces em HF por ondas ionosférica e da ligação terra satélite. Os enlaces na ionosfera são devidos aos fenômenos de refrações susessivos (simples reflexos), sendo por isso, fortemente influenciados pelas características da atmosfera (Fig 4-9 e 4-10A).
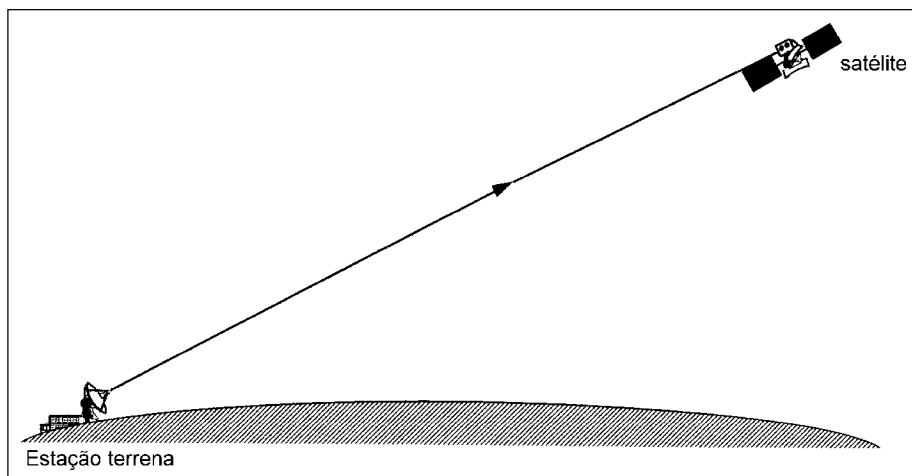
Fig 4-9. Propagação por onda espacial

(3) Propagação por Onda Ionosférica

(a) O mecanismo de propagação por onda ionosférica é característico dos enlaces ionosféricos. Ocorre em freqüências de 500 KHz até cerca de 50 MHz.

(b) Neste modo de propagação a ionosfera, uma região da atmosfera localizada entre 50 a 400 km acima da superfície da terra, exerce um efeito de curvatura na frente da onda de rádio, podendo produzir o retorno de um raio originado na superfície para um outro ponto situado entre dezenas de km até cerca de 4000 km.

(c) O comportamento da ionosfera é basicamente controlado pela atividade solar. Assim, as condições de propagação via onda ionosférica dependem da hora do dia e época do ano, podendo apresentar variações profundas em curto espaço de tempo.

(d) Os parâmetros que afetam a propagação das ondas de rádio por onda ionosférica são:

1) freqüência de operação;
2) ângulo de elevação da antena;
3) potência de transmissão;
4) atividade solar.

(e) Dados dois pontos afastados entre si, a máxima freqüência que “retorna “à terra estabelecendo o enlace é denominada MUF (Máxima Freqüência de Utilização). As freqüências acima da MUF ou atravessam a ionosfera ou retornam à terra em uma região mais distante do que a desejada. O valor da MUF pode ser obtido, experimentalmente, por meio de equipamentos específicos ou usando-se cartas de previsão, expedidas pela DACM ( Diretoria de Armamento e Comunicações da Marinha ).

(f) Freqüências abaixo da MUF sofrem uma atenuação tão maior quanto menor a freqüência.

(g) A menor freqüência que permite o estabelecimento de um enlace, para um dado valor de potência irradiada, denomina-se LUF ( Menor Freqüência de Trabalho ).

(h) O estabelecimento de um enlace empregando-se a MUF reduz a confiabilidade, já que variações na ionosfera poderão mudar o valor instantâneo da freqüência máxima para retorno no ponto desejado, fazendo com que a comunicação seja interrompida.

(i) Da mesma forma reduz-se a confiabilidade do enlace com o emprego da LUF, já que um aumento da atenuação também pode interromper a ligação. Como freqüência de operação recomenda-se um valor cerca de 80% da MUF, conhecida como FOT ( Freqüência Ótima de Trabalho ) (Fig 4-10A).
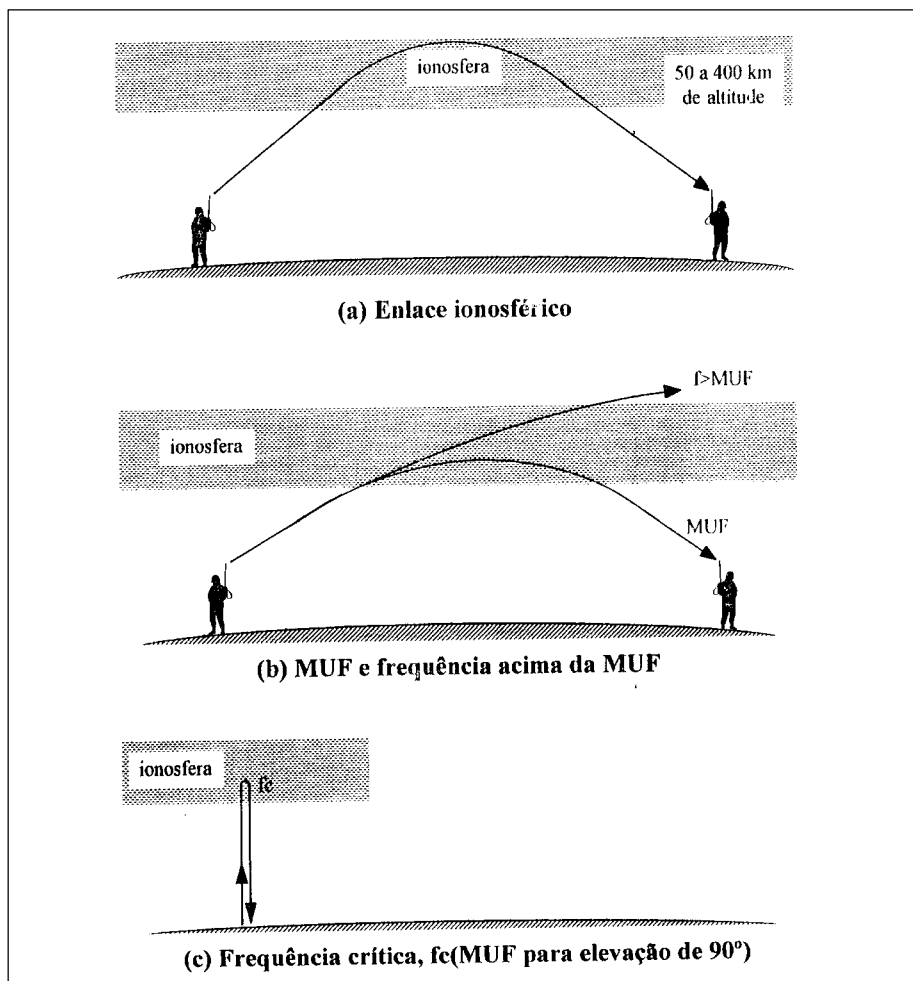
Fig 4-10A. A propagação por onda ionosférica

(j) A potência do transmissor influencia o enlace de forma dupla. Se insuficiente, a absorção na ionosfera interrompe o enlace, ou então o sinal recebido é inferior ao ruído local. Esta é a razão para a judiciosa escolha do ponto de recepção, afastado de linhas de alta tensão, motores elétricos, letreiros de néon ou outras fontes de ruído rádio-elétrico. Se a potência é excessiva, o sinal pode ser recebido em pontos afastados de até vários milhares de quilômetros, possibilitando a escuta.

(l) Um fenômeno que surge na faixa de LF e HF é a “zona de silêncio”, uma região limitada pelo alcance final da onda de superfície e o inicial da onda ionosférica.

(m) Um transmissor na cidade do Rio de Janeiro pode estabelecer comunicação com a cidade de Recife-PE e não ser detectado na cidade de Resende-RJ, graças à “zona de silêncio” (Fig 4-10B).
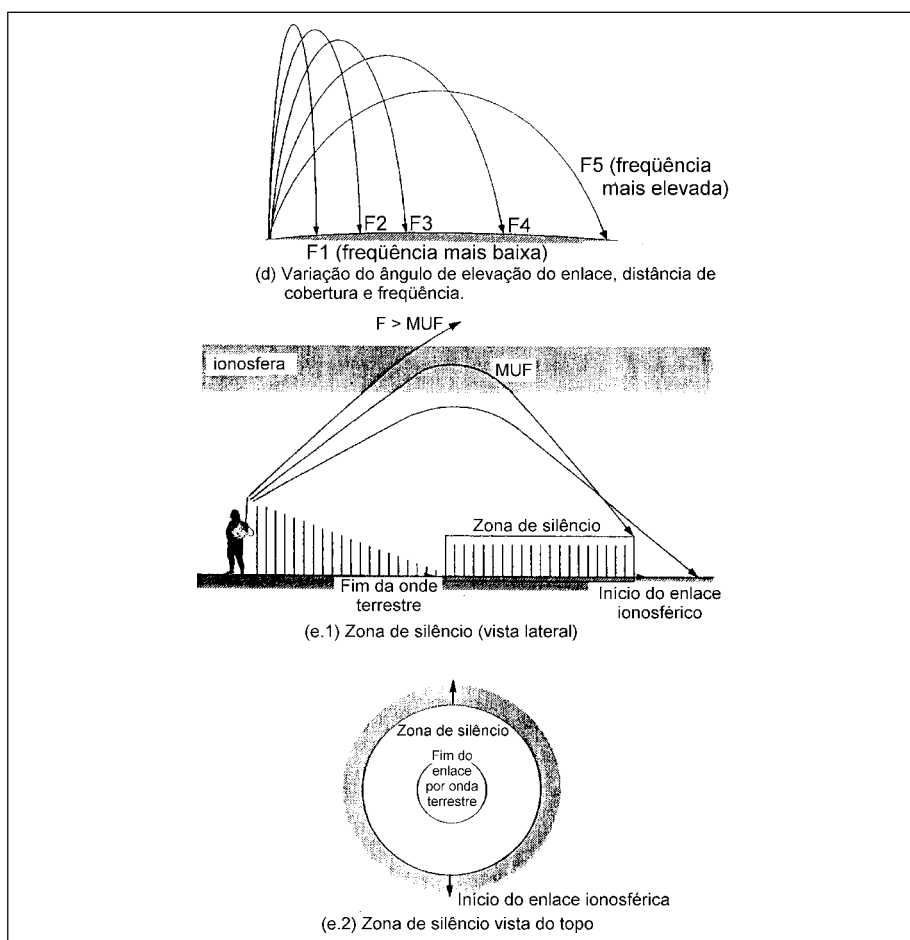
Fig 4-10B. Propagação por onda ionosférica

## 4-5. EFEITO DA FREQÜÊNCIA ( Fig 4-11 )

| Faixa de freqüência | Efeito do solo | Modo de Propagação | Características |
|---|---|---|---|
| 300 KHz a 3 MHz | Age como um guia. O relevo tem pouca influência | Onda de superfície e terrestre | Requer antenas de elevadas dimensões. |
| 3 MHz a 30 MHz | O relevo passa a influenciar | Onda de superfície, terrestre e ionosférica | O ruído local pode interromper o enlace. Durante à noite, os enlaces ionosféricos podem alcançar milhares de km. Durante o dia existe uma absorção maior da onde ionosférica. |
| 30 MHz a 300 MHz | As obstruções podem provocar elevados valores de atenuação. A vegetação provoca atenuação. | Onda terrestre e de superfície | Estabelecer, preferencialmente, enlaces com visada. O alcance pode chegar à várias dezenas de km com potências de cerca de 10 W. De 54 MHz a 88 MHz tem-se a faixa de TV, e a partir de 88 MHz a 108 MHz tem-se a faixa de FM comercial. |
| 300 MHz a 3 GHz | As obstruções pro- vocam atenuação. | Onda terrestre | Potência de até 100 W, alcançando, em condições prováveis, algumas dezenas de Km. Enlaces de micro-ondas. Celular. |
| 3 GHz a 30 GHz | Os obstáculos reduzem rapidamente o nível do sinal. A reflexão pode prejudicar o enlace. | Onda terrestre (em visada) | Antenas de pequenas dimensões, com refletores da ordem de 1 a 3 m de diâmetro. Requer visibilidade. Fortemente influenciado pela atenuação devido à chuva. |

Fig 4-11. Efeito da Freqüência

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| EFEITOS ATMOSFÉRICOS (REFRAÇÃO)<br>A INVERSÃO DE TEMPERATURA AUMENTA COM A ALTURA E A DIMINUIÇÃO DO CONTEÚDO DE VAPOR COM A ALTURA CAUSA MUDANÇA DE DIREÇÃO DA ONDA PARA BAIXO. | EFEITOS ATMOSFÉRICOS DESPREZÍVEIS DEVIDO AOS GRANDES COMPRIMENTOS DE ONDA | PEQUENOS EFEITOS ATMOSFÉRICOS | A TRANSMISSÃO À DISTÂNCIAS EXCEPCIONAIS POR OUTROS É ÀS VEZES POSSÍVEL; ALÉM DISSO; O ESPALHAMENTO DEVIDO À IRREGULARIDADES ATMOSFÉRICAS PODEM AUMENTAR A DISTÂNCIA DE OPERAÇÃO PARA ALÉM DO HORIZONTE | | |
| O AUMENTO DO VAPOR D'AGUA COM A ALTURA CAUSA UMA MUDANÇA DE DIREÇÃO DA ONDA PARA CIMA. | | | O DESVANECIMENTO DE PERÍODOS LONGOS É ATRIBUIDO A ESTE EFEITO | | |
| A ATMOSFERA ESTRATIFICADA CAUSA O ENCURVAMENTO E REFRAÇÃO DA ONDA. | | | O DESVANECIMENTO DE CURTO TEMPO (MULTIPERCURSOS) É ATRIBUIDO A ESTE EFEITO | | |
| RUÍDO RÁDIO | NÍVEL DE RUÍDO / ATMOSFÉRICO / RUÍDOS ARTIFICIAIS EM AREAS EDIFICADAS / RUÍDO DO RECEPTOR / TEMPO → | NÍVEL DE RUÍDO / RUIDOS ARTIFICIAIS / RUÍDO DO RECEPTOR / TEMPO → | NÍVEL DE RUÍDO / RUIDOS ARTIFICIAIS / RUÍDO DO RECEPTOR / TEMPO → | NÍVEL DE RUÍDO / RUIDOS ARTIFICIAIS / RUÍDO DO RECEPTOR / TEMPO → | NÍVEL DE RUÍDO / RUÍDO DO RECEPTOR / TEMPO → |
| EFEITO DA CHUVA | MELHORA A CONDUTIVIDADE DO SOLO | PEQUENO | PEQUENO | PEQUENO | A ATENUAÇÃO PREJUDICA OS ENLACES ACIMA DE 10 GHz |

Fig 4-11. Efeito da Freqüência (Continuação)

## 4-6. PROPAGAÇÃO EM AMBIENTES NATURAIS

**a. Áreas rurais**

(1) Em áreas rurais o principal fator de perturbação na propagação das ondas eletromagnéticas é o relevo. Áreas planas tendem à valores reduzidos de atenuação, o que pode provocar o sobre-alcance, ou seja, o alcance acima dos valores médios. Isto pode facilitar a rádio-determinação e a interferência inimigas.

(2) Locais com baixa atividade industrial e baixo tráfego de veículos tendem a apresentar baixos valores de ruído local. O baixo valor de ruído local facilita o estabelecimento de enlaces em HF. A faixa de VHF e UHF são basicamente influenciadas pelo relevo e obstruções (silos, armazéns). A existência de vegetação de maior porte pode introduzir atenuação adicional, particularmente nas faixas de VHF e acima.

(3) A proximidade de linhas de alta tensão deve ser evitada, particularmente na operação em faixas de HF, por razões de segurança (antenas) e ruído.

(4) No tocante ao equipamento os seguintes cuidados devem ser tomados:

(a) mantenha tanto quanto possível o equipamento livre de poeira, particularmente chaves, botões e conectores;

(b) evite operar o equipamento próximo a cercas de arame farpado durante tempestades devido ao perigo de queda de raios;

(c) quando empregar repetidores, controle remoto ou antenas afastadas do equipamento observe para que os cabos não sejam danificados por veículos ou animais.

**b. Áreas urbanas**

(1) As comunicações táticas em área urbana são limitadas pelos seguintes fatores:

(a) edificações, provocando obstruções;

(b) congestionamento do espectro eletromagnético, reduzindo o número de canais disponíveis;

(c) tráfego de veículos, provocando interferência nas faixas de MF e até UHF.

(2) Devido às múltiplas reflexões das ondas de rádio, particularmente nas faixas de VHF a SHF, a rádio-determinação é prejudicada neste ambiente. No entanto, a interferência pode não ser efetiva, desde que se instale a antena transmissora em locais adequados, como por exemplo no alto dos edifícios ou até mesmo em torres de telecomunicações civis já existentes.

(3) A existência de canais de televisão comercial limita o número de canais na faixa de VHF e UHF e as estações de radiodifusão em ondas médias limitam o emprego na faixa de HF. Os transmissores de radiodifusão (sons e imagens) são de elevada potência (faixa kilowatts a mega-watts), provocando severa degradação na qualidade dos enlaces táticos. Uma alternativa é a utilização dos canais não empregados na região, permitindo uma faixa disponível de 6,0 MHz por canal de televisão. A existência de serviços civis fixos e móveis é outro fator de limitação na escolha de freqüências.

(4) Em tempo de paz, e eventualmente em situações reais, as operações em cidades requerem uma coordenação com a autoridade civil de designação de freqüências, a fim de serem encontradas as faixas disponíveis para o emprego.

(5) A faixa de HF é influenciada pelo ruído local e pelas obstruções devido às edificações. As faixas de VHF e acima sofrem mais fortemente o efeito da obstrução. As avenidas podem atuar como "guias de onda", particularmente em UHF e acima. Quando no interior de edificações, deve-se procurar preferencialmente os locais mais próximos às aberturas (portas e janelas) para comunicações externas à edificação. No caso de comunicações internas, as faixas de HF e VHF são preferenciais. Neste caso, estruturas metálicas podem agir como "guias", facilitando as comunicações.

(6) No interior de instalações subterrâneas (túneis e metrô, por exemplo), os níveis de interferência e as condições de propagação são restritivas aos enlaces táticos. As faixas de VHF e, particularmente UHF, devido ao menor comprimento de onda, permitem maior penetração do sinal de rádio em túneis para o estabelecimento do enlace.

(7) Particularmente na faixa de HF, deve-se evitar operar o equipamento próximo a letreiros de néon, ou outros dispositivos de alta tensão e alta freqüência, devido aos elevados níveis de interferência produzidos.

(8) No tocante ao equipamento, os seguintes cuidados devem ser tomados:

(a) evite aproximar a antena dos cabos de energia, por razões de segurança e interferência;

(b) evite a operação próximo a motores (elevador por exemplo), para evitar a interferência;

(c) evite operar o equipamento próximo a transmissores de alta potência, a fim de evitar danos aos circuitos de entrada dos receptores.

(d) evite operar com a antena sob árvores frondosas. Procure regiões abertas e sem obstruções.

**c. Áreas montanhosas**

(1) Em áreas montanhosas especial atenção deve ser dada quanto à obstrução dos enlaces. Regiões de depressão profunda nem sempre são "iluminadas" pelo sinal de um transmissor instalado em um ponto dominante. A instalação de transmissores em locais elevados pode ocasionar problemas de coordenação de freqüências devido ao sobre-alcance e possibilidade de interferência e localização. O emprego de repetidores e antenas diretivas deve ser considerado. Para distâncias da ordem de dezenas a centenas de quilômetros deve-se considerar o emprego da tropodifusão.

(2) Áreas montanhosas, normalmente, apresentam baixos níveis de ruído rádio, de forma que as faixas de HF, VHF e UHF podem ser empregadas, segundo suas características. A faixa de HF, nos períodos noturnos, costuma encontrar-se congestionada, devido às condições favoráveis de recepção à longa distância.

(3) A dificuldade de acesso enseja um cuidadoso planejamento de fontes de energia. Em áreas com valores adequados de insolação deve ser

considerado o emprego de painéis solares, como fonte de alimentação para as baterias primárias.

(4) Devido às cargas estáticas os transceptores devem ser aterrados, a fim de evitar-se danos aos estágios de entrada. A possibilidade de raios leva a tomada de cuidados com o aterramento.

(5) Devido aos obstáculos naturais e ao solo montanhoso ser um pobre condutor elétrico, normalmente, as transmissões rádio são estabelecidas em linhas de visada.

(6) No tocante ao equipamento os seguintes cuidados devem ser tomados:

(a) evitar pancadas durante o transporte ou uso;

(b) evitar danos às antenas durante o transporte e uso; e

(c) providenciar um bom terra.

**d. Áreas de floresta**

(1) Em áreas de floresta o principal fator de perturbação no estabelecimento dos enlaces táticos em VHF e acima é a atenuação pela vegetação.Particularmente na região amazônica, o ruído em HF pode atingir valores que degradam o sinal recebido.Para enlaces no interior da região de selva ou ribeirinha, a faixa de freqüência adequada estende-se de 8 MHz até cerca de 15 MHz.O mecanismo de propagação é denominado de “onda lateral”.Neste modelo, a onda atinge a copa das árvores e acompanha a vegetação mais alta, como um “guia”, possibilitando alcances da ordem de 10 (dez) quilômentros para potênciais na faixa de dezenas de watts. A antena deve ser do tipo vertical.

(2) Uma alternativa para o emprego de freqüências mais elevadas é instalar-se a antena acima da copa das árvores. Este tipo de enlace requer que o outro ponto também empregue a mesma forma de instalação, ou então para a ligação terra-helicóptero ou terra-avião.

(3) Para cobertura de maiores distâncias, o mecanismo de propagação é o da onda ionosférica. Pode não ser desejável esse alcance, quando se tratar de operações de pequenos escalões e em áreas bem definidas.

(4) No tocante ao equipamento, os seguintes cuidados devem ser tomados:
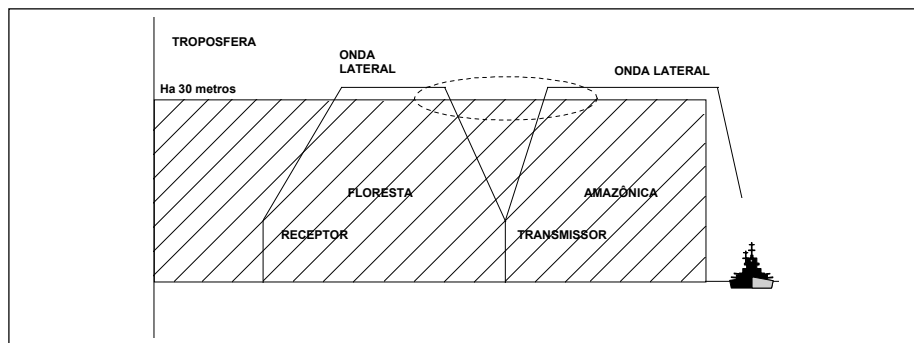
Fig 4-12. Propagação da onda lateral

(a) proteja o equipamento, particularmente as borrachas, do ataque de fungos e da umidade, antendo-o tão seco quanto possível; e

(b) observe para que em deslocamento a antena não seja danificada pela vegetação de média altura;

(c) proteja o equipamento de quedas em barrancos;

(d) verifique a instalação do equipamento com o operador, para em caso de queda em cursos d'água mais profundos não haja risco de vida para o operador e, simultaneamente, seja possível recuperar o equipamento. Geralmente os equipamentos táticos são construídos para resistirem a até um metro de profundidade. Profundidades maiores podem provocar penetração de água, com danos ao equipamento;

(e) em algumas regiões de floresta os insetos podem danificar partes de borracha do equipamento;

(f) para enlaces à distância procure uma clareira para o estabelecimento do enlace. Mesmo em HF a atenuação da floresta pode impedir o estabelecimento do enlace.

(g) a vegetação de floresta absorve mais ondas polarizadas verticalmente que as de polarização horizontal.

**e. Áreas alagadas**

(1) As áreas alagadas influem na propagação das ondas de rádio devido às condições peculiares de solo e da variação do índice de refração. Em HF, em áreas próximas ao mar, devido ao mecanismo de propagação por onda de superfície poderá ocorrer fenômeno de sobre-alcance.

(2) No tocante ao equipamento, devem ser tomados os mesmos cuidados mencionados para regiões de floresta e área rural. Em regiões de ambiente salino (mar) a proteção contra a corrosão deverá ser uma preocupação do operador. Siga as instruções de manutenção.

**f. Áreas semi-desérticas**

(1) As áreas semi-desérticas apresentam solos com baixo valor de condutividade (quando seco). Isto limita o alcance da faixa de HF por mecanismo de onda de superfície. Os enlaces de VHF e UHF podem ser empregados segundo suas características. A dificuldade de estabelecer-se uma malha de terra adequada pode reduzir a confiabilidade do equipamento, devido ao risco de dano por descargas elétricas.

(2) No tocante ao equipamento, os seguintes cuidados devem ser tomados:

(a) proteja o equipamento da abrasão por poeira, especialmente em áreas sujeitas a ventos;

(b) sempre que possível opere com o equipamento rádio protegido contra a exposição direta ao sol.

**g. Satélite**

(1) As comunicações táticas via satélite são caracterizadas por estações terrenas, interligadas via satélite.

(2) O satélite é um repetidor, localizado no espaço, que permite o tráfego de comunicações bidirecionais, de voz, imagem e dados de sinalização

e controle, na forma digital. As estações terrenas táticas caracterizam-se pela elevada mobilidade, são instaladas em viaturas ou transportadas pelo homem.

(3) A ligação é do tipo ponto-a-ponto ou ponto-área, também denominada difusão. A figura 4-13 representa a ligação entre a estação tática, ou terminal "A", e a estação fixa "B".

(4) A estação “B “ pode estar conectada ao sistema telefônico. Assim, um usuário em local isolado pode interligar-se ao sistema telefônico, civil ou militar.

(5) Além dos serviços de telecomunicações, é possível obter-se, via sistema de satélite, informações sobre localização no terreno e auxílio à navegação. São os denominados sistemas de posicionamento.

(6) Quanto à localização no espaço existem dois sistemas básicos: geo-estacionário e órbita baixa.

(7) Os satélites geo-estacionários estão localizados a cerca de 36000 Km acima da superfície terrestre, sobre o equador, aparecendo imóveis quando observados do solo.
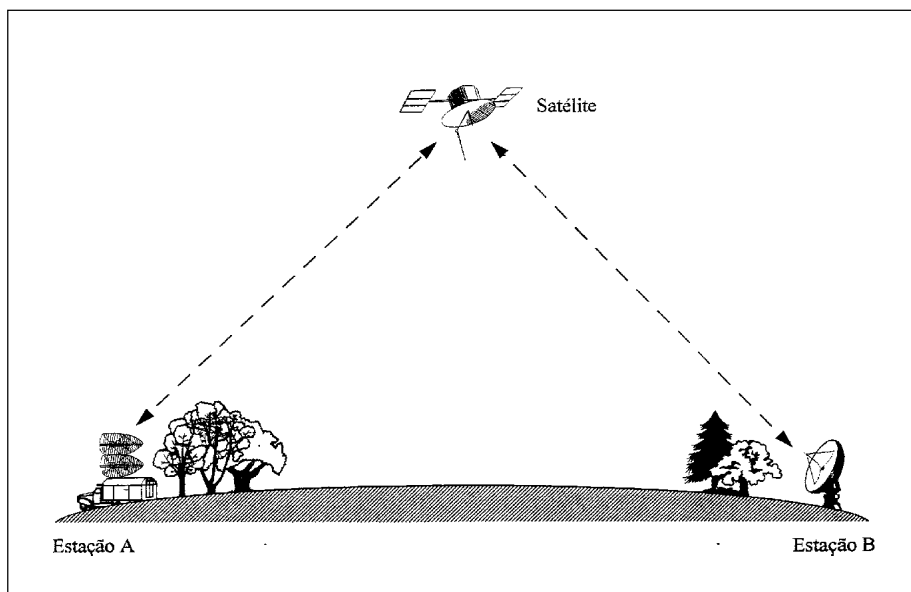
Fig 4-13. Ligação entre a estação tática “A “ e a estação fixa “B “

(8) As posições dos satélites são constantes e conhecidas em elevação, ângulo acima da superfície, e azimute. Para o estabelecimento deste tipo de enlace é necessário conhecer-se os ângulos. Cada ponto da superfície requer ângulos diferentes, obtidos a partir de ábacos, tabelas ou equações.

(9) Devido à forças gravitacionais e limitações de combustível, a vida útil dos satélites geo-estacionários é da ordem de 8 (oito) anos.

(10) Os satélites de órbita baixa localizam-se abaixo dos 36000 Km e deslocam-se ao redor da Terra. Caso observados da superfície terrestre, estes satélites aparecem no horizonte em um determinado ponto, descrevem uma

trajetória no céu, desaparecendo em seguida. A fim de manter-se o serviço de comunicações sem interrupção, além de garantir a cobertura do planeta, os sistemas de satélites de órbita baixa baseiam-se em uma constelação de satélites, cujo número pode variar de menos de meia dúzia a mais de duas dezenas de satélites, interligados entre si. Neste caso, não é necessário apontar-se a antena e sim esperar-se uma constelação adequada, ou seja, que a antena do terminal terrestre tenha uma boa condição de visibilidade para um ou mais satélites.

(11) Os sistemas de comunicações bidirecionais empregam satélites geo-estacionários e de baixa órbita. Os sistemas de posicionamento e auxílio à navegação empregam satélites de baixa órbita, já que não requerem apontamento.

(12) Devido à faixa de freqüência utilizada, acima de 4 GHz, os enlaces via satélite devem ser desobstruídos. Telhados, edificações, árvores e a forte incidência de chuvas podem restringir ou interromper o enlace.

(13) Em áreas urbanas, a antena deve ser instalada em local desobstruído e afastada de fontes de interferência rádio-elétrica. Deve ser observado que a mesma faixa de freqüência na ligação com o satélite é utilizado pelos enlaces terrestres de micro-ondas, o que pode provocar interferências. As soluções incluem o reposicionamento da antena ou a fonte de interferência.

(14) Em áreas rurais ou de floresta requer-se a desobstrução das folhagens.

(15) Os sistemas de órbita baixa costumam indicar a posição dos satélites naquele período nos receptores. A partir dessa informação deve-se procurar áreas desobstruídas que favoreçam a constelação. ( Fig 4-14. )
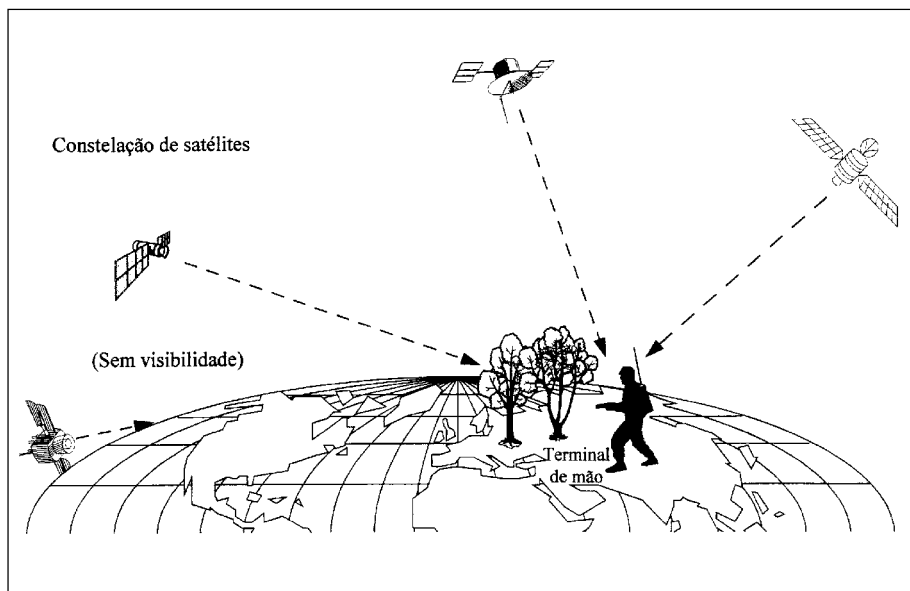
Fig 4-14. Sistema de órbita baixa

## 4-7. CONCLUSÃO

O emprego adequado do meio rádio requer o conhecimento dos fenômenos que regulam a propagação das ondas eletromagnéticas. Considerando-se a variação que tais meios apresentam em um cenário caracterizado por rápidas mudanças, como os enlaces táticos, observa-se que:

(1) Os elementos que podem ser alterados pelo operador em um enlace rádio são: a freqüência de operação, o modo de operação (AM, SSB, telegrafia), a potência de saída, o tipo de antena e a posição do equipamento rádio;

(2) O meio entre as estações recebe pouca ou nenhuma influência do homem, sendo de natureza estatística;

(3) O espectro eletromagnético apresenta-se congestionado na faixa das comunicações táticas;

(4) Mesmo o emprego de sistemas de cifragem de voz ou de redução da probabilidade de interceptação (salva ou espalhamento do espectro) não impedem completamente a localização ou a retirada de informação de uma comunicação via rádio;

(5) O meio rádio é vulnerável a detecção e escuta;

(6) O correto emprego do meio rádio baseia-se também em uma adequada disciplina de exploração, adotando-se mensagens curtas (pré-estabelecidas), e a escolha judiciosa do local de instalação do posto rádio.

# CAPÍTULO 5

# ANTENAS

## ARTIGO I

## INTRODUÇÃO

### 5-1. GENERALIDADES

Nos sistemas de radiocomunicações (Fig 5-1), a energia de radiofreqüência é gerada por um radiotransmissor, que alimenta uma antena transmissora, através de uma linha de transmissão. A antena transmissora irradia essa energia no espaço em velocidade próxima da luz. A antena receptora absorve uma parte dessa energia e a transmite para o aparelho receptor, através de outra linha de transmissão.
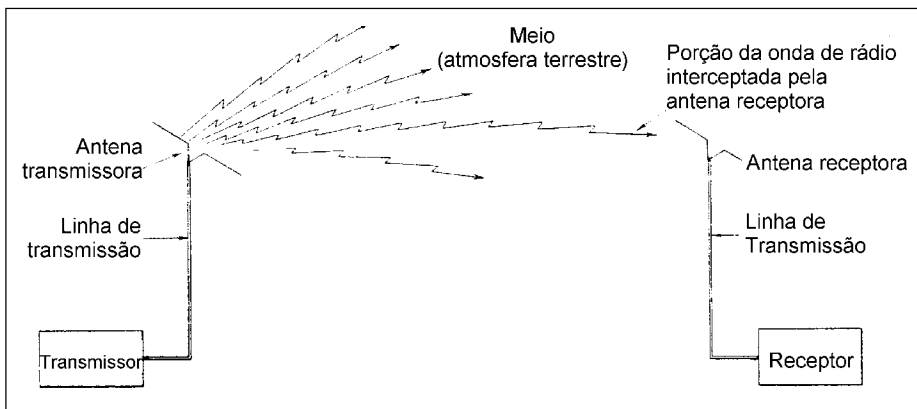
Fig 5-1. Sistema simples de radiocomunicações

## 5-2. FUNÇÃO DAS ANTENAS

A função da antena transmissora é transformar a energia que recebe do aparelho transmissor em um campo eletromagnético, que é irradiado no espaço. Assim sendo, a antena transmissora transforma um tipo de energia em outro, enquanto a antena receptora efetua esta conversão de energia no sentido inverso. A função da antena receptora é, portanto, transformar o campo eletromagnético que passa por ela em outra forma de energia, que transmite para o aparelho receptor. Na transmissão, a antena opera como carga para o transmissor; na recepção, opera como fonte de sinais para o receptor.

## 5-3. RADIAÇÃO

Os campos ou componentes, elétrico e magnético, irradiados pelas antenas formam o campo eletromagnético, que é responsável pela transmissão e recepção da energia eletromagnética através do espaço livre. A onda de rádio, portanto, pode ser descrita como um campo eletromagnético móvel, que desenvolve à velocidade da luz na direção do seu deslocamento e cujos componentes de intensidades elétrica e magnética estão dispostos em ângulos retos entre si (fig 5-2). O campo elétrico é paralelo à antena.
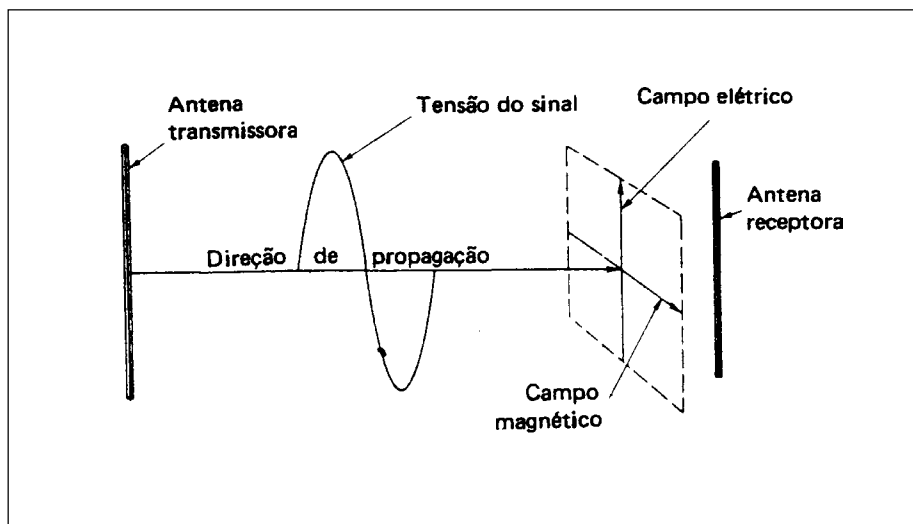
Fig 5-2. Componentes das ondas eletromagnéticas

## 5-4. FORMA DE IRRADIAÇÃO DAS ANTENAS

A energia dos sinais irradiados por uma antena cria um campo eletromagnético de forma bem definida, que depende do tipo de antena utilizado. Esta forma de irradiação é utilizada para mostrar as características de alcance e direção da antena em causa.

## 5-5. POLARIZAÇÃO

**a.** A polarização de uma onda rádio é determinada pela direção das linhas de força que constituem o campo elétrico. Se essas linhas estão em ângulo reto com a superfície terrestre, a onda está verticalmente polarizada; se são paralelas à superfície, a onda está polarizada horizontalmente.

**b.** Para se obter o máximo na captação de energia de onda de rádio, utilizando-se uma antena unifilar, é necessário orientar a antena na mesma direção que o componente do campo elétrico; deve-se, portanto, utilizar antenas verticais, para a recepção das ondas polarizadas verticalmente, e antenas horizontais, para as ondas polarizadas horizontalmente. Em alguns casos, o campo elétrico gira durante sua trajetória através do espaço. Quando isto acontece, criam-se componentes verticais e horizontais e a onda apresenta uma polarização elíptica. Na prática, a forma do campo é, normalmente, distorcida pelas obstruções existentes nas proximidades da antena e pelos acidentes do terreno.

## 5-6. EXIGÊNCIAS DA POLARIZAÇÃO

**a.** Nas faixas de HF e VHF, onde é amplamente utilizada a transmissão por onda terrestre nos equipamentos-rádio em campanha, é necessário empregar a polarização vertical. As linhas do campo elétrico são perpendiculares ao solo e a onda de rádio pode se deslocar ao longo de distâncias consideráveis, acompanhando a superfície do solo, com um mínimo de atenuação (perda). Como nas baixas freqüências a terra atua razoavelmente bem como condutor, as linhas horizontais de força elétrica diminuem o seu comprimento. Desta forma, o alcance útil é limitado, quando se emprega a polarização horizontal.

**b.** Na faixa de HF, onde pode ser utilizada a transmissão por onda espacial, a polarização empregada, vertical ou horizontal, não tem grande importância. A onda espacial, após ter sido refletida pela ionosfera, chega à antena receptora polarizada elipticamente; por este motivo, tanto a antena transmissora como a receptora podem ser montadas vertical ou horizontalmente. Apesar disso, é preferível utilizar antenas horizontais, visto que elas podem ser construídas de forma a poder irradiar eficientemente sob grandes ângulos, além de possuir certas propriedades direcionais que lhe são inerentes.

**c.** Tanto na faixa de HF, quanto na de VHF, qualquer polarização, vertical ou horizontal, produzirá melhores resultados quando as antenas transmissora e receptora trabalharem com a mesma polarização. Exemplo: uma antena transmissora dipolo deverá trabalhar com uma receptora dipolo, se ambas estiverem na mesma posição em relação ao solo.

## 5-7. VANTAGENS DA POLARIZAÇÃO VERTICAL

**a.** A comunicação onidirecional pode ser estabelecida mediante antenas verticais simples, de meia onda, o que é vantajoso na comunicação com estações móveis, tais como as instaladas em viaturas.

**b.** Quando a altura da antena está limitada a 3 ( três ) metros ou menos, como é o caso das instalações móveis, a polarização vertical proporciona uma recepção mais forte do sinal irradiado em freqüência de até 50 MHz. De 50 a 100 MHz, a polarização vertical é ligeiramente melhor que a horizontal, utilizando-se antenas de igual altura. Acima de 100 MHz, a diferença é pouco significativa.

**c.** A irradiação polarizada verticalmente sofre menos as conseqüências da reflexão produzida pelos aviões voando por cima da trajetória de transmissão; com a polarização horizontal, estas reflexões causam variações de potência do sinal recebido. Este fator é importante nas áreas de alta densidade de tráfego aéreo.

**d.** Quando se utiliza a polarização vertical produzem-se ou captam-se menos interferências, porque tanto a transmissão como a recepção em VHF e UHF de todas as emissoras de rádio de FM ou TV são feitas como polarização horizontal. Este fato é importante quando as antenas devem ser instaladas em áreas urbanas, onde há estações emissoras de FM e TV.

## 5-8. VANTAGENS DA POLARIZAÇÃO HORIZONTAL

**a.** Antena horizontal simples de meia onda irradia, preferencialmente, na direção perpendicular ao seu comprimento. Esta característica a torna útil quando se deseja minimizar a interferência procedente de determinadas direções.

**b.** As antenas horizontais captam menos as interferências provocadas pelo homem, as quais são, geralmente, polarizadas verticalmente.

**c.** Quando as antenas devem ser instaladas nas proximidades de áreas densamente arborizadas, as ondas polarizadas horizontalmente sofrem perdas menores que as polarizadas verticalmente, sobretudo acima dos 100 MHz.

**d.** Quando as antenas estão localizadas entre árvores ou edifícios, as mudanças pequenas de localização não causam grandes variações na intensidade de campo das ondas polarizadas horizontalmente; no entanto, quando é utilizada a polarização vertical, qualquer mudança pequena na localização da antena pode exercer um efeito considerável na potência do sinal recebido.

**e.** Quando são utilizadas antenas simples de meia onda, as linhas de transmissão, geralmente verticais, são menos afetadas pelas antenas horizontais do que pelas verticais. Mantendo-se a antena em ângulo reto com a linha de transmissão e utilizando-se a polarização horizontal, a linha é mantida afastada do campo direto da antena. Como conseqüência, a forma de irradiação e as características elétricas de antena não são, praticamente, afetadas pela presença da linha vertical de transmissão.

5-9. ANTENAS RECEPTORAS

**a.** Em ambientes táticos, devido às múltiplas reflexões em obstáculos (elevações, edificações ) a polaridade da onda sofre alterações. Assim, uma antena vertical, embora transmita e receba preferencialmente sinais com polaridade vertical, poderá receber sinais oriundos de uma antena horizontal, cuja polarização do campo foi alterada durante o processo.

**b.** Em enlaces onde praticamente não há reflexão terra - satélite, a discriminação por polarização é efetiva. Assim, pode-se transmitir informação diferente (canais) usando a mesma freqüência. Uma com polarização horizontal e a outra com polarização vertical. A capacidade do equipamento em distinguir estes dois sinais é denominado de “ discriminação da polarização “.

5-10. DIRECIONALIDADE

O estabelecimento de uma comunicação via rádio requer que o sinal recebido exceda o sinal mínimo de deteção em pelo menos a relação sinal ruído mínima exigida pelo sistema. Em outras palavras, o receptor deve estar dentro do alcance do transmissor. A eficiência das comunicações entre dois pontos pode ser aumentada pelo acréscimo de potência no transmissor, ou mudando o tipo de emissão (por exemplo, de radiotelefonia para CW), ou passando para uma freqüência mais apropriada ou, ainda, utilizando-se uma antena de maior direcionalidade. Nas comunicações ponto a ponto, normalmente é mais econômico aumentar a direcionalidade do sistema da antena. As antenas transmissoras direcionais podem, também, ser utilizadas para diminuir a interceptação inimiga ou a interferência de estações amigas.

## ARTIGO II

## DESEMPENHO DAS ANTENAS

5-11. GENERALIDADES

**a.** Dado que todas as antenas são instaladas em terra e não no espaço, a proximidade do solo pode alterar completamente a forma de irradiação da antena, como também pode influenciar suas características elétricas.

**b.** Geralmente, o solo exerce maior efeito naquelas antenas que devem ser instaladas muito próximas dele, em termos de comprimento de onda. Por exemplo, as antenas de média e alta freqüência, instaladas acima do solo e dele separadas por apenas uma fração do comprimento de onda, terão formas de irradiação bem diferentes daquelas localizadas no espaço livre.

## 5-12. ANTENA LIGADA À TERRA

**a.** A terra é um condutor bastante bom para as baixas e médias freqüências e age como um grande espelho que reflete a energia irradiada. Por isto ela reflete uma grande parte da energia irradiada de uma antena instalada sobre o solo.

**b.** Aproveitando esta característica do solo, uma antena de um quarto de onda pode ser convertida em uma equivalente de meia onda. Se essa antena for construída verticalmente e sua extremidade inferior for ligada à terra (Fig 5-3), ela se comportará como uma de meia onda. Nessas condições, o solo ocupa o lugar do comprimento de um quarto de onda que falta na antena e as ondas refletidas suprirão aquela parte da energia irradiada que, normalmente, deveria ser fornecida pela metade inferior de uma antena de meia onda não ligada à terra.
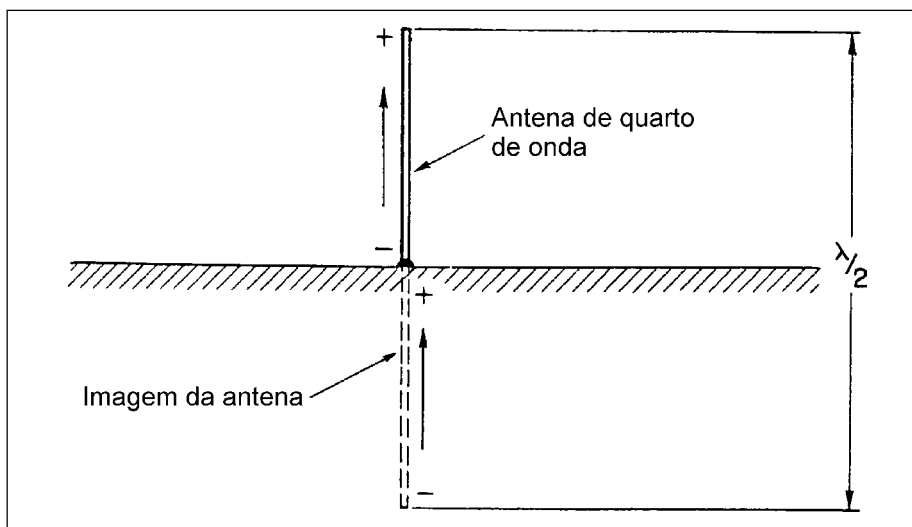
Fig 5-3. Antena quarto de onda ligada à terra

## 5-13. TIPOS DE TERRA

**a.** Quando se utilizam antenas ligadas à terra, é especialmente importante que o grau de condutibilidade da terra seja o mais alto possível. Isto diminuirá as perdas de energia e proporcionará a melhor superfície refletora possível da energia descendente, irradiada pela antena. Nas baixas e médias freqüências, a terra atua como um condutor suficientemente bom e a conexão a ela deve ser feita de forma a introduzir a menor quantidade possível de resistência. Nas freqüências mais altas é comum empregar terras artificiais, feitos com grandes superfícies de metal.

**b.** A conexão à terra pode ser feita de muitas formas e dependerá do tipo de instalação e da perda que possa ser tolerada. Em muitas instalações simples de campanha esta conexão é feita mediante uma ou mais varetas de metal fincadas no solo. Na impossibilidade de se fazer instalações mais completas, a ligação à terra pode ser feita utilizando-se dispositivos ou objetos já ligados, tal como estruturas metálicas ou sistemas de encanamento de água, que são os mais comumente empregados. Em uma emergência pode-se empregar baionetas introduzidas no solo.

**c.** Na instalação de antenas sobre terrenos de baixa condutibilidade é aconselhável tratar o solo diretamente, a fim de reduzir sua resistência. Para isso, ele pode ser misturado com pó de carvão ou com substâncias ou produtos altamente condutivos. Esses produtos, pela ordem de preferência, podem ser: cloreto de sódio (sal comum), cloreto de cálcio, sulfato de cobre (vitríolo azul), sulfato de magnésio (sal de epsom) ou nitrato de potássio (salitre). O grau de mistura destas substâncias ou produtos dependerá do tipo do solo e da sua umidade.

**ADVERTÊNCIA** - A mistura destas substâncias deve ser efetuada de forma a evitar que contaminem os reservatórios de água potável que possam existir nas proximidades.

**d.** Para as instalações simples, a ligação à terra pode ser improvisada em campanha com um pedaço de tubo ou cano. É importante que a ligação entre o fio de terra e o material empregado seja de boa condutibilidade. A vareta, tubo ou cano devem ser completamente limpos, raspando-os e lixando-os no ponto onde vai ser feita a ligação. Deve também ser instalada uma braçadeira limpa de ligação à terra, na qual possa ser soldado ou apertado o fio de terra. Esta ligação deverá ser coberta com fita isolante, a fim de evitar aumento da resistência causada pela oxidação.

## 5-14. CONTRAPESO

**a.** Quando o solo apresentar uma resistência excessiva, ou quando a ausência de um sistema metálico de encanamento, enterrado no solo, não permite fazer um terra direto, através do qual a corrente circule indo ou vindo para a antena, esse terra pode ser substituído por um contrapeso (Fig 5-4). O contrapeso consiste de uma estrutura de fios, elevada a pouca distância do solo e dele isolada. O tamanho do contrapeso deve ser, no mínimo, igual ou, de preferência, maior que a antena.

**b.** Quando a antena é instalada verticalmente, o contrapeso deve ter uma forma geométrica simples, como mostrado na figura 5-4. Embora não seja necessária uma forma completamente simétrica, ele deve eqüidistar da antena em todas as direções.

**c.** Em algumas antenas VHF, instaladas em viaturas, o teto metálico destas é utilizado como contrapeso.

**d.** Ocasionalmente, pequenos contrapesos, feitos de malha ou rede metálica, são empregados com antenas especiais VHF instaladas a distâncias consideráveis do solo. Estes contrapesos constituem um terra artificial que ajuda a produzir a forma de irradiação desejada.
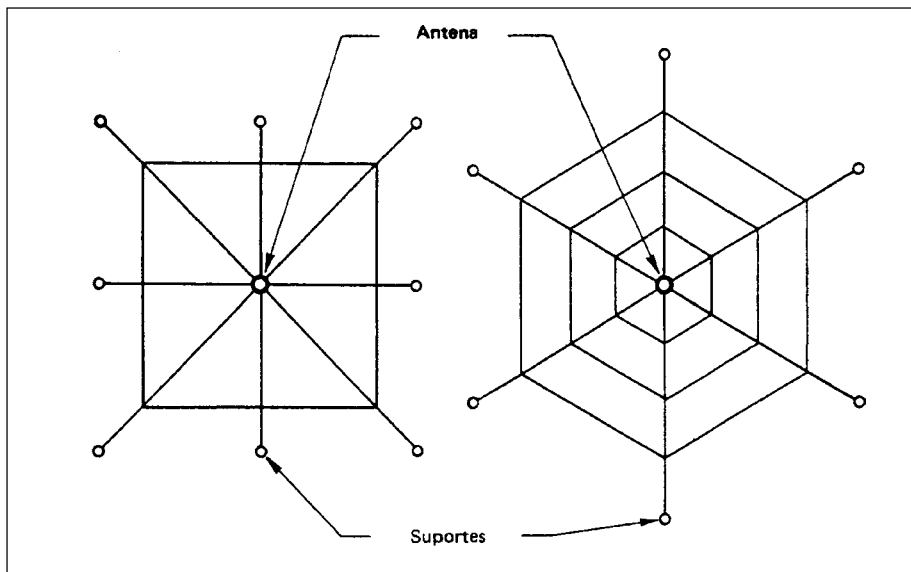
Fig 5-4. Contrapeso de fios

5-15. MALHA DE TERRA

**a.** A malha de terra consiste de uma superfície metálica, feita de fios entrelaçados, que é colocada sobre o solo, debaixo da antena, para, na medida do possível, simular o efeito de um terra de condutibilidade satisfatória.

**b.** A utilização da malha de terra oferece duas vantagens específicas:

(1) Quando a antena está instalada sobre solo de condutibilidade irregular, reduz as perdas por absorção;

(2) A altura da antena pode ser exata. Conseqüentemente, a resistência da irradiação da antena pode ser determinada e as formas de irradiação podem ser previstas mais exatamente.

## ARTIGO III

## TIPOS DE ANTENAS

### 5-16. GENERALIDADES

**a.** Há muitas formas e tamanhos de antenas transmissoras e diversos tipos elétricos de antenas. Alguns dos fatores que determinam a forma, o tamanho e o tipo das antenas de transmissão são os que se seguem:

(1) A freqüência de operação do transmissor;
(2) A potência a ser irradiada;
(3) A direção geral do conjunto receptor;
(4) A polarização desejada;
(5) A utilização para a qual a antena é destinada.

**b.** A figura 5-5 mostra diversas antenas não ressonantes, de fio longo, utilizada em algumas grandes instalações fixas;

(1) A - é um tipo de antena não ressonante, de fio longo utilizada em algumas grandes instalações fixas;
(2) B - é um tipo de antena dipolo de meia onda, alimentada por uma linha ressonante (sintonizada), que parte do transmissor;
(3) C - é um tipo de antena vertical modificada, alimentada na extremidade, também conhecida como antena chicote;
(4) D - é um tipo de antena de quadro, que irradia sinais preferencialmente na direção perpendicular ao quadro.
(5) E - é uma antena vertical;
(6) F - é uma antena dipolo de meia onda, alimentada por uma linha não ressonante (não sintonizada) que parte do transmissor;
(7) G - é uma antena de estação fixa, que pode chegar a uma altura de várias dezenas de metros.

**c.** A maior parte das antenas transmissoras, de utilização prática em ambiente tático, pode ser grupada em duas classificações: antenas verticais ou dipolo. As antenas dipolo são operadas a certa distância do solo, podendo ser instaladas vertical ou horizontalmente. As antenas verticais operam com uma extremidade ligada à terra (normalmente através da saída do transmissor ou da bobina de acoplamento, localizada na extremidade da linha de alimentação). As antenas dipolo são empregadas, normalmente, em freqüência menores. As antenas verticais, quando instaladas em viaturas ou aviões, operam em freqüências altas; nesses casos, o chassis da viatura ou a estrutura do avião cumprem as funções de terra.
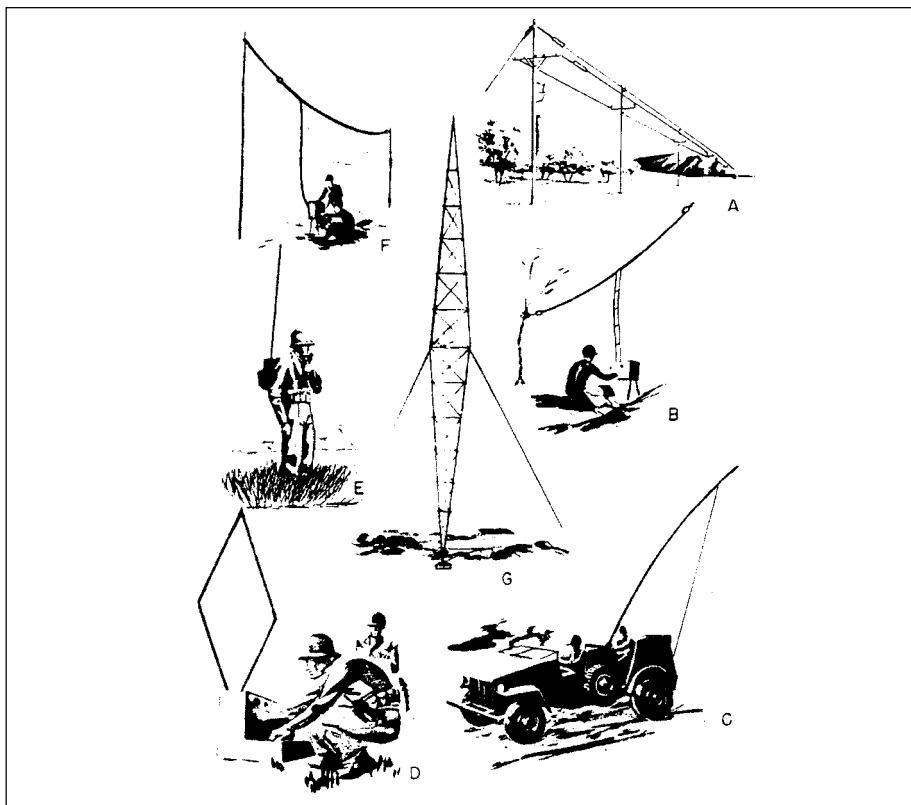
Fig 5-5. Tipos de antenas transmissoras

## 5-17. ANTENA DIPOLO

**a.** O funcionamento da antena dipolo está baseado no fato que o comprimento de onda que uma antena pode sintonizar é diretamente proporcional ao comprimento do fio de antena. Desta forma, a antena dipolo dispensa o uso de terra e, conseqüentemente, pode ser instalada nos lugares onde é menos afetada pelos efeitos dos objetos ligados à terra, tais como edifícios ou árvores.

**b.** A antena dipolo é, basicamente, um único fio de comprimento aproximadamente igual à metade do comprimento da onda a ser irradiada. Este tipo de antena pode ser instalada em posição horizontal, vertical ou inclinada.

**c.** As figuras 5-6 e 5-7 mostram duas antenas dipolo de meia onda, com alimentação central, de utilização tipicamente militar. Essas antenas são empregadas para a transmissão e recepção de sinais de rádio, entre 1,5 e 18 MHz.

**d.** O comprimento total (L) da antena é calculado pelas fórmulas abaixo, dependendo da freqüência:

(1) Se a freqüência situar-se entre

3 e 50 MHz => $L = \frac{300x(0,95)}{2F}$ sendo F em MHz e L em m.

(2) Se a freqüência for maior do que

50 MHz => $L = \frac{300x(0,94)}{2F}$, sendo F em MHz e L em m.
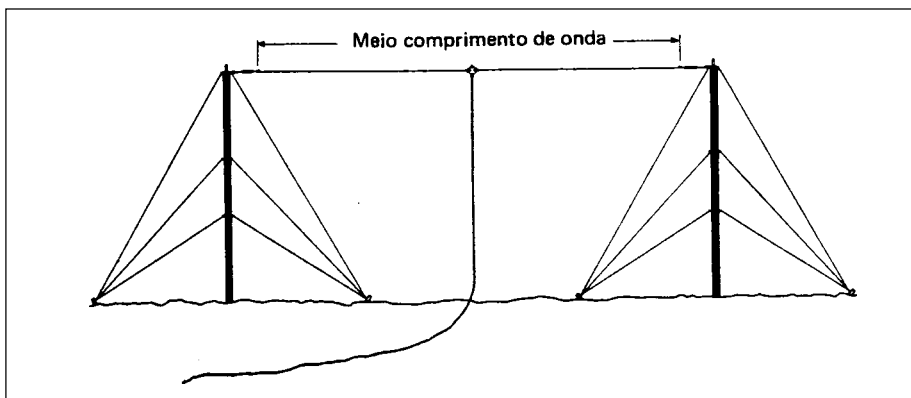
Fig 5-6. Antena dipolo, de alimentação central, com dois suportes
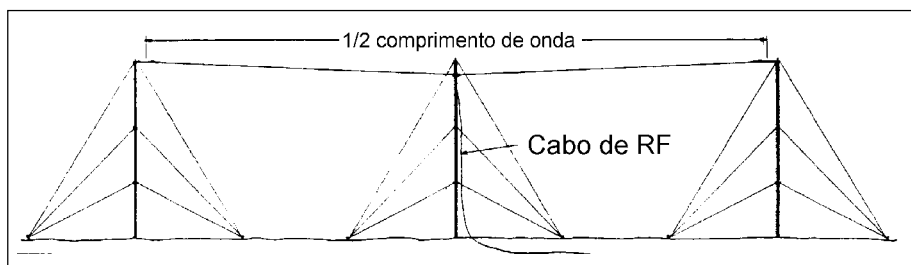
Fig 5-7. Antena dipolo, de alimentação central, com três suportes

## 5-18. ANTENA VERTICAL

**a.** Se a metade inferior de uma antena dipolo é substituída por um plano condutor apropriado as ondas irradiadas pela metade superior não sofrerão nenhuma perturbação. Em outras palavras, o quarto de onda restante continuará irradiando de forma muito parecida à de uma antena de meia onda, desde que exista um plano condutor amplo e extenso. Uma forma prática de antena deste tipo é a antena vertical, na qual a antena representa um quarto do comprimento da onda, enquanto o solo representa o outro quarto, de forma que o comprimento efetivo (ou elétrico) é, na realidade, de meia onda.

**b.** O estabelecimento do plano condutor não é sempre facilmente conseguido, posto que o solo, em muitos lugares, é seco e arenoso. Nestes casos deve ser empregado um contrapeso.

**c.** A vantagem principal da antena vertical reside no fato de que seu comprimento, para qualquer freqüência, é muito menor que o da antena Hertz. Isto é particularmente importante em todas as instalações no campo ou em viaturas. As antenas verticais mais comumente utilizadas são as do tipo “L” invertido, as de chicote, as de planos-terra e as modificadas com planos-terra.

## 5-19. ANTENA EM “L” INVERTIDO

**a.** A antena em “L” invertido e do tipo ligada à terra é construída com uma das suas partes montadas horizontalmente. A parte horizontal, ou topo, é relativamente longa e a vertical, que desce perpendicularmente ao solo e forma parte importante do sistema de irradiação, está ligada a uma das extremidades do topo ou ramo horizontal. O comprimento é medido desde o ponto mais afastado do ramo horizontal ao ponto onde a extremidade do vertical é ligada ao transmissor.

**b.** Para a propagação da onda terrestre, o ramo vertical irradia a maior parte da energia, enquanto o ramo horizontal é utilizado para a carga do topo. Para a propagação da onda espacial a curta distância, o ramo horizontal irradia a maior parte da energia e o vertical funciona simplesmente como condutor entre o transmissor e a antena. Na transmissão da onda espacial a meia distância, ambos os ramos irradiam energia.

**c.** A finalidade da antena em “L” invertido é proporcionar uma operação satisfatória, quando não é conveniente instalar antenas verticais altas. Isto é particularmente necessário para operar nas baixas freqüências.
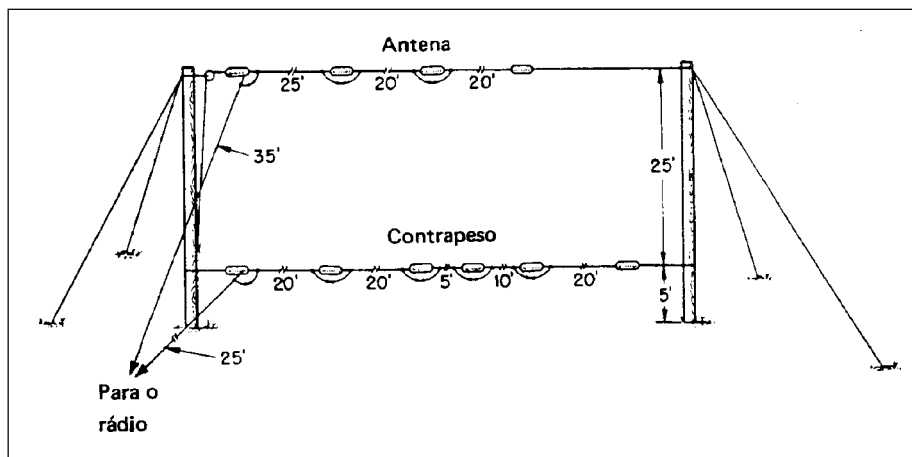
Fig 5-8. Antena militar em L invertido

**d.** A antena em “L” invertido, mostrada na figura 5-8, é uma antena do tipo militar mais comumente utilizada. Consiste de uma antena unifilar e de um contrapeso, também unifilar. Pode ser empregada, seja como antena de meia onda (de 4 a 8 MHz) ou como de quarto de onda(de 2 a 4 MHz).

## 5-20. ANTENA COM PLANOS DE TERRA

**a.** Um dos tipos de antena com planos de terra (Fig 5-9) é um irradiador vertical de um quarto de onda que, na realidade, contém seu próprio terra artificial. O terra artificial, ou plano de terra, consiste de três hastes (elementos inclinados do plano terra), que formam um ângulo de cerca de 142º com o elemento vertical. Este conjunto pode ser chamado contrapeso, porém, geralmente, ele é conhecido como plano de terra elevado.

**b.** As antenas com plano de terra são empregadas quando se deseja uma irradiação não direcional no sentido horizontal, sendo particularmente úteis para ampliar o alcance dos conjuntos-rádio de campanha operando entre 20 e 70 MHz. Estas antenas devem ficar bem elevadas sobre o solo, de forma a minimizar as perdas por absorção.
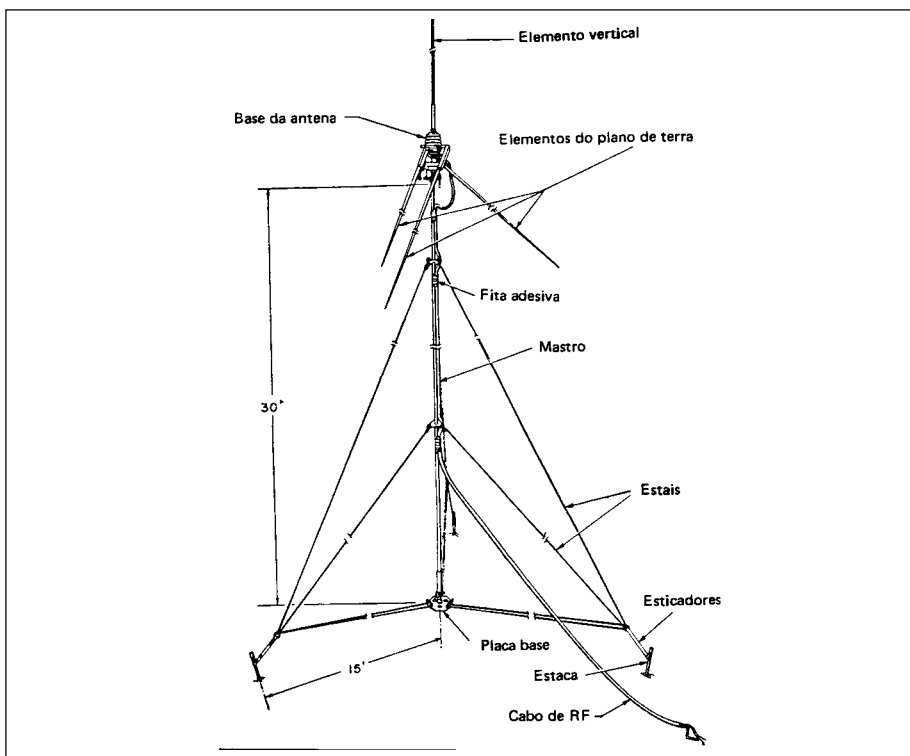
Fig 5-9. Antena com plano de terra

5-21. ANTENA VERTICAL FLEXÍVEL

**a.** As antenas verticais flexíveis (Fig 5-10) são mais comumente utilizadas para as comunicações táticas por rádio à distâncias relativamente curtas. O termo antena vertical flexível é aplicado a quase todos os tipos de irradiadores flexíveis, utilizados juntamente com rádios portáteis ou móveis.

**b.** As antenas verticais flexíveis são compostas por seções tabulares metálicas, que podem ser desmontadas quando não estão sendo utilizadas. Desta forma, o comprimento da antena é reduzido ao mínimo, facilitando seu transporte durante os deslocamentos. Em alguns aparelhos portáteis e leves, a antena pode ser recolhida e alojada no interior do próprio aparelho, de forma a não ficar exposta.

**c.** Ocasionalmente, é necessário deixar totalmente estendida a antena de um aparelho montado em uma viatura, de forma a poder utilizá-la enquanto a viatura se desloca. Nestas antenas, o isolador da base de montagem é provido de uma mola espiral, presa a uma base metálica parafusada na viatura. A mola mantém a antena em posição horizontal, de forma que a viatura possa passar por debaixo de pontes e passagens de baixa altura. Caso a antena bata em algum obstáculo, o chicote, geralmente, não será danificado, porque a maior parte do choque será absorvido pela mola da base.
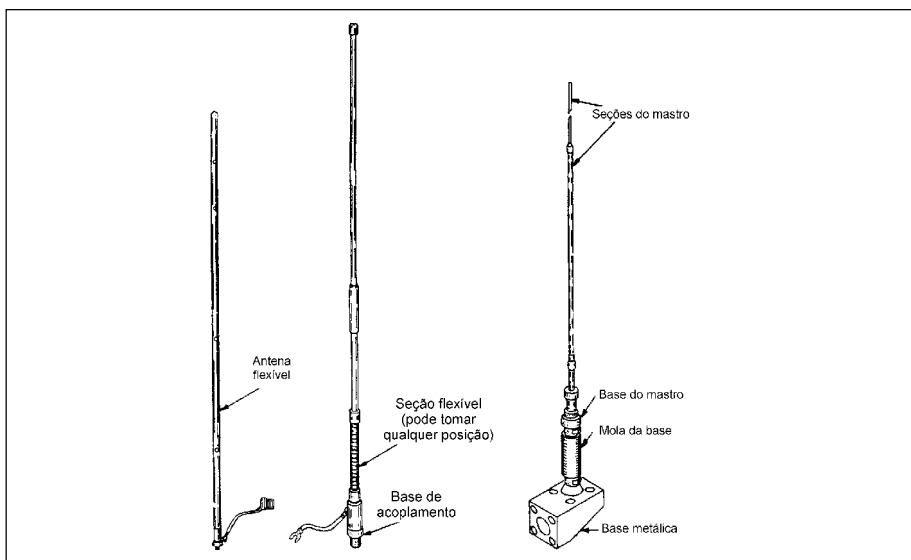
Fig 5-10. Tipos comuns de antenas verticais flexíveis

**ADVERTÊNCIA** - Quando uma antena deve ser deixada completamente estendida, com a viatura em movimento, ter o máximo cuidado em evitar seu contato com as linhas suspensas de alta tensão. A falta deste cuidado pode resultar em morte ou ferimentos graves.

**d.** O funcionamento das antenas verticais flexíveis montadas em viaturas sofre a influência da massa metálica das mesmas. Disso resulta que a direção em que a viatura está orientada pode, também, afetar a transmissão e recepção, particularmente dos sinais fracos ou distantes.
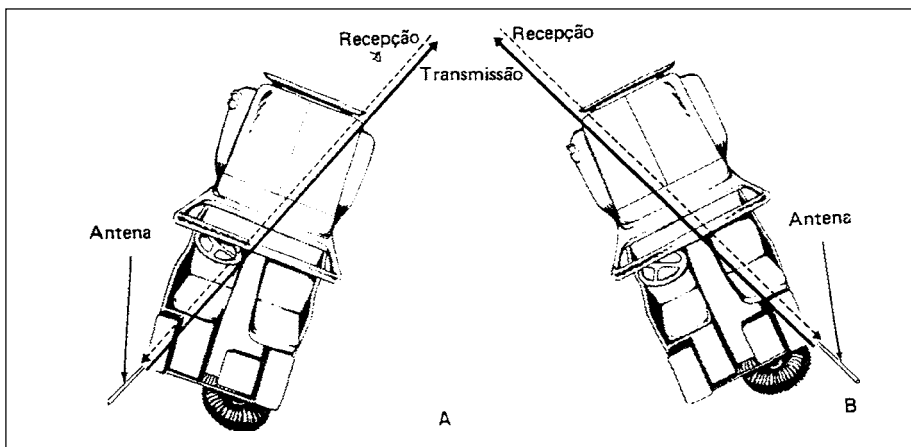
Fig 5-11. Melhor direcionalidade das antenas verticais flexíveis montadas em viaturas

**e.** Uma viatura com antena vertical flexível montada em sua traseira esquerda ou direita transmitirá seu sinal mais forte na direção preferencialmente alinhada com a viatura (Fig 5-11). A melhor recepção é obtida nas direções indicadas por linhas interrompidas, na figura. Em alguns casos, a melhor direção para a transmissão pode ser determinada dirigindo-se a viatura em um pequeno círculo até encontrar-se a melhor posição. Normalmente, a melhor posição para receber a transmissão de uma estação é, também, a melhor para a recepção.

## 5-22. ANTENA FANTASMA

Uma antena pode indicar a localização de um transmissor aos radiogoniômetros do inimigo, como também pode interferir na irradiação de outros postos operando na mesma freqüência. Com a finalidade de impossibilitar a emissão de sinais não autorizados, são, às vezes, instaladas antenas fantasmas ou mudas. Essas antenas atuam como carga para o transmissor, sem irradiar sinal algum. As antenas fantasmas consistem, normalmente, de uma resistência não indutiva, com a capacidade suficiente para absorver a energia de saída do transmissor, dissipando seu calor. Algumas dessas antenas estão equipadas com um wattímetro, para medir a energia de saída de RF do transmissor.

## ARTIGO IV

## EXPEDIENTE DE CAMPANHA PARA ANTENAS

### 5-23. ANTENAS IMPROVISADAS OU DE EMERGÊNCIA

As antenas podem, ocasionalmente, quebrar-se ou se danificar, sendo, portanto, motivo de falha ou de baixo rendimento das comunicações. Se há sobressalente, a antena quebrada pode ser substituída. Caso contrário, é necessário improvisar uma antena de emergência. As sugestões que se seguem ajudarão na construção de antenas de emergência.

**a. Sugestões gerais**

(1) Os melhores tipos de fio para antenas são de cobre ou alumínio. Na falta destes, qualquer fio metálico disponível serve.

(2) O comprimento da antena de emergência deve ser aproximadamente igual ao da antena a ser substituída.

(3) As antenas fixadas em árvores como pontos de apoio suportam, geralmente, ventos muitos fortes, desde que estejam presas a ramos grossos ou ao próprio tronco da árvore. Para manter a antena tensa, evitando que se quebre ou se estique excessivamente com o balanço das árvores, deve-se ligar uma mola ou qualquer conexão flexível a uma das extremidades da antena; ou passar uma corda através de uma polia ou portão e prender à corda um peso suficiente grande. Tensão excessiva resultará em dano do material.

(4) Os tirantes ou estais utilizados para fixar os suportes das antenas são feitos de corda ou arame. Para garantir que os tirantes de arame não interfiram no funcionamento da antena, cortar o arame em seções curtas e emendar essas seções intercalando isoladores.

**b. Eficiência das antenas** - Uma antena improvisada pode afetar o desempenho de um aparelho de rádio. Existem dois métodos expeditos que podem ser utilizados para determinar se uma antena improvisada está operando convenientemente.

(1) O receptor pode ser utilizado para testar a antena. Quando os sinais recebidos são fortes, a antena está operando satisfatoriamente. Caso contrário, ajustar a altura e o comprimento da antena e da linha de transmissão até receber o sinal alto e claro, com o controle de volume do receptor fixo em uma posição determinada.

(2) Em certos equipamentos de rádio, a antena pode ser ajustada utilizando-se o próprio transmissor. Colocar primeiramente os controles do transmissor na posição adequada para uma operação normal e, logo a seguir, sintonizar o sistema, ajustando a altura e o comprimento da antena, bem como o comprimento da linha transmissora, até obter o máximo de qualidade na transmissão.

**ADVERTÊNCIA** - O contato humano com uma antena de irradiação acima de cerca de 50 W pode resultar morte ou ferimentos graves. Desligar o transmissor durante as operações de ajustagem da antena.

## 5-24. PREPARAÇÃO DE ANTENAS VERTICAIS FLEXÍVEIS

Quando uma antena vertical flexível se quebra em dois pedaços, a parte superior da antena quebrada pode ser ligada na parte fixa à base de montagem, juntando as duas partes, tal como mostra a figura 5-12. O processo A, da referida figura, deve ser utilizado quando as duas partes do chicote quebrado são aproveitáveis. Empregar o processo B quando uma das partes for extraviada ou quando o chicote ficou excessivamente danificado e não pode mais ser aproveitado. Para voltar a antena a seu comprimento original, utilizar um fio de, aproximadamente, o mesmo comprimento que a parte que falta do chicote. Amarrar a haste de suporte firmemente nas duas partes da antena. Limpar cuidadosamente a instalação, a fim de garantir um contato elétrico perfeito entre as duas partes, antes de amarrá-las na haste. Soldar as conexões, sempre que possível.

## 5-25. REPARAÇÃO DE ANTENAS DE FIO

**a.** A reparação de emergência das antenas de fio pode ser classificada em duas categorias: recepção ou substituição do fio utilizado como antena ou linha de transmissão e reparação ou substituição do conjunto de apoio da antena.

**b.** Quando se rompem um ou mais fios de uma antena, a reparação se efetua emendando as pontas separadas. Para isso é necessário descer a antena até o solo, limpar os fios e fazer a ligação torcendo as pontas, soldando-as sempre que possível.
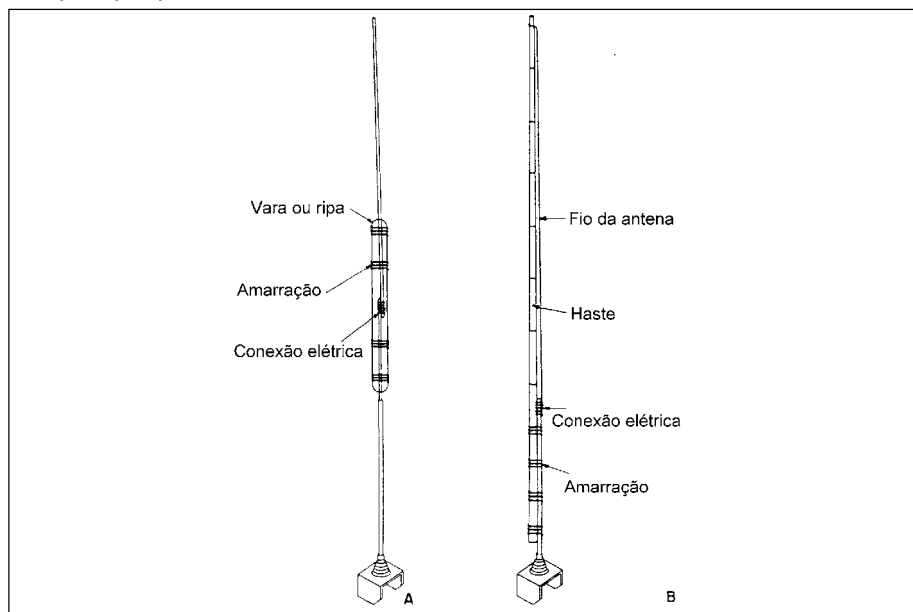
Fig 5-12. Reparações de emergência de antenas verticais flexíveis

**c.** Se a antena estiver danificada além da possibilidade de reparação, substitui-se por outra, certificando-se de que o comprimento da nova antena é aproximadamente igual ao da antena original.

## 5-26. REPARAÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO

**a.** Tal como as antenas, os seus sistemas de apoio podem necessitar reparação ou substituição. O material de substituição pode ser de qualquer espécie, devendo apresentar a solidez adequada e estar convenientemente isolado.

**b. Isoladores** - Normalmente, uma antena é suspensa entre duas linhas-suporte, amarradas a dois postes, árvores ou edifícios. As linhas-suporte, geralmente de corda ou arame, são eletricamente isoladas da antena mediante isoladores de vidro ou porcelana. No caso de quebra ou rachadura de um desses isoladores não havendo outro sobressalente, a antena pode ser eficientemente isolada introduzindo um pedaço de madeira seca entre o fio da antena e a linha-suporte. A figura 5-13 mostra duas formas de improvisar isoladores de emergência, mediante blocos ou tarugos de madeira. No caso de ser utilizada uma corda como linha-suporte, pode ser ligada diretamente ao fio da antena, desde que esteja seca; porém, se a corda contiver uma alma metálica de reforço, deverá ser ligada através de um isolador.
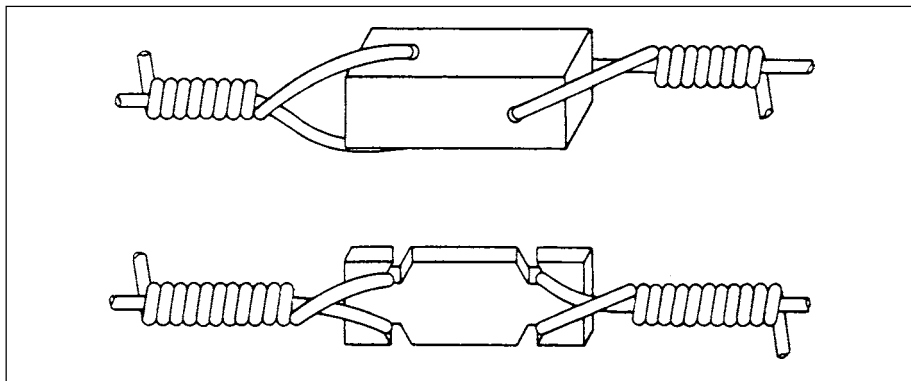
Fig 5-13. Isoladores improvisados

**OBSERVAÇÃO** - Tanto a madeira como a corda (secas) devem ser utilizadas como isoladores unicamente em casos de emergência, quando não podem ser obtidos ou improvisados isoladores mais apropriados.

**c. Estais** - Os cabos normalmente utilizados para manter de pé os mastros são chamados de estais. Esses cabos são, geralmente, de corda de cânhamo ou nylon. Se eles arrebentarem, poderão ser emendados. Se após a emenda ficarem muito curtos, outros pedaços de corda ou outros materiais isolantes, tais como pedaços de madeira ou tiras de pano, poderão ser utilizados

para alongá-los. Se um estai metálico se arrebentar, pode ser substituído por outro de arame.

**d. Mastro** - Algumas antenas são apoiadas em mastros. Se um mastro se quebra, pode ser substituído por outro do mesmo comprimento. Não havendo postes ou mastros de comprimento adequado disponíveis, podem ser utilizados postes menores, sobrepondo suas extremidades e amarrando-os com corda ou arame, até obter o comprimento desejado.

## 5-27. ANTENAS VERTICAIS

**a.** Uma antena vertical está convenientemente ajustada quando o comprimento elétrico da antena é igual ao original da antena fornecida com o conjunto-rádio. No caso desse comprimento não ser conhecido, deve-se construir uma antena longa e ajustar o comprimento elétrico, cortando-se pedaços da extremidade, até chegar ao comprimento apropriado. Este método de corte pode ser utilizado para ajustar antenas verticais de fio, mas ele não é prático quando se trata de antenas de cano ou haste metálica.

**b.** Uma antena vertical pode ser improvisada com canos, varetas ou tiras metálicas, de comprimento adequados, mantidos em posição vertical através de estais. A parte inferior da antena deve ser isolada com um bloco grande de madeira ou outro material isolante.

**c.** A antena vertical pode consistir de um fio mantido na vertical por um poste ou uma árvore (Fig 5-14). Quando se tratar de antenas verticais curtas, o poste pode ser utilizado sem estais, porém, nesse caso, ele deve estar firmemente apoiado na base. Se a altura do mastro não for suficiente para manter o fio na vertical, tornar-se-á necessário a ligação no topo de antena (Fig 5-14B).

**d.** A Figura 5-15A, mostra outro método para suspender antenas verticais de fio. Este método consiste em esticar uma linha entre duas árvores para suspender nela o fio da antena.

**e.** Estas antenas podem, também, ser suspensas nos ramos das árvores (Fig 5-15). Neste caso, manter a antena afastada do contato com outros galhos ou ramos.

**f.** A antena plano de terra elevada pode ser improvisada conforme a figura (Fig 5-16). Esta antena é comumente denominada de “pé-de-galinha”. Ela permite um ganho de até 3,5 vezes superior ao que se consegue com o uso de antenas convencionais fornecidas com o equipamento. Dimensionando-se as seções de antena para a freqüência central da faixa da família VHF / FM, consegue-se obter um ganho razoável em toda a faixa de 30 a 75 MHz. As dimensões de seus elementos são mostradas na figura abaixo.
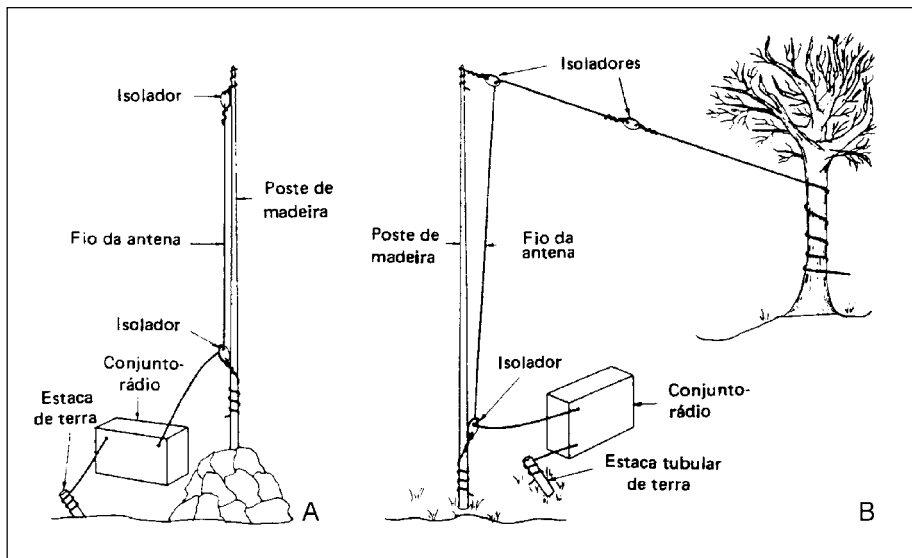
Fig 5-14. Antenas verticais de emergência
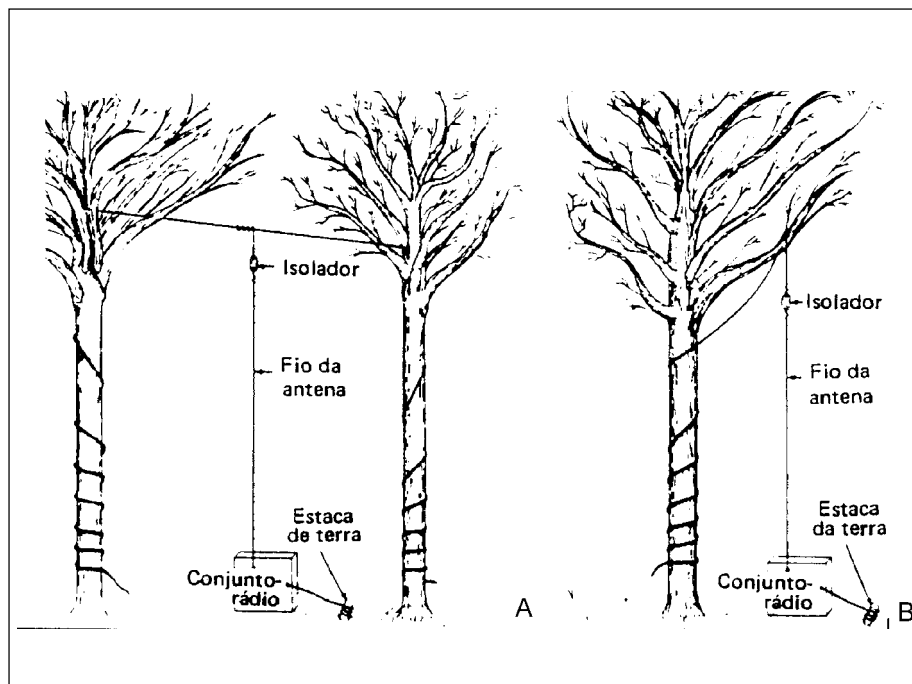
Fig 5-15. Meios de fortuna para apoio de antenas verticais
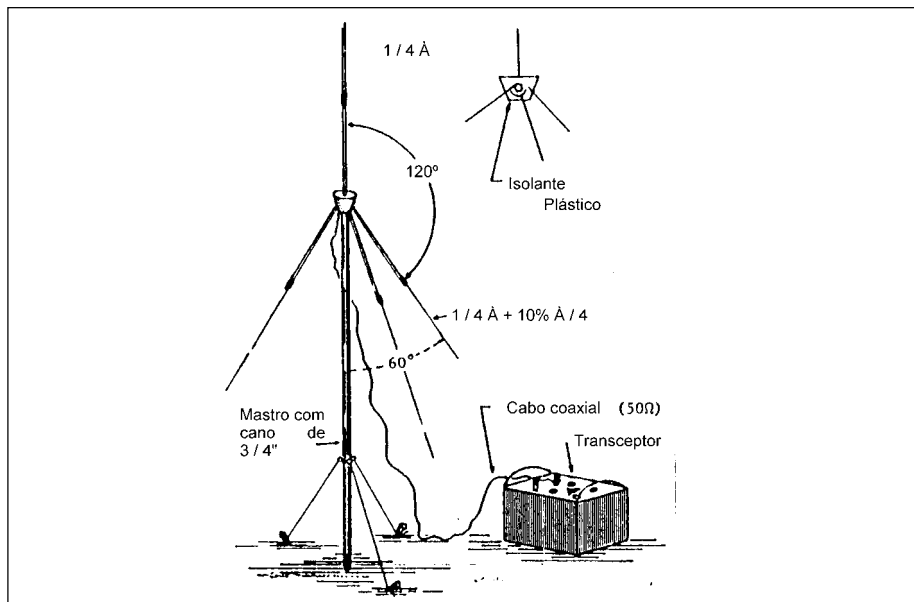
Fig 5-16. Antena “ pé de galinha “

5-28. ANTENA DE MEIA ONDA DE ALIMENTAÇÃO CENTRAL

**a.** Uma antena de emergência deste tipo pode ser feito com fio ou corda (Fig 5-17). Exatamente no centro da antena é colocado um isolador, ao qual é ligado um alimentador ou linha de transmissão de dois fios. Cada um desses fios é ligado a uma das metades da antena, separada da outra pelo isolador. As duas pontas dos fios, opostas à ligação com a antena, são então ligadas nos dois terminais do transmissor.

**b.** O comprimento dos fios da antena é importante. Eles devem ser cortados o mais próximo possível do tamanho exato.

**c.** Igualmente importante é o comprimento das linhas de transmissão, as quais devem ser ajustadas de forma a serem conseguidos os melhores resultados possíveis. Isto é feito instando-se linhas de transmissão mais compridas do que o necessário e reduzindo-se, aos poucos, seu comprimento, até chegar ao comprimento adequado para uma comunicação satisfatória. O uso de um cabo coaxial, como linha de transmissão, dispensa este método de ajustagem por corte.

**d.** No caso de empregar-se fio nu, a transmissão pode ser melhorada ligando-se um pedaço deste fio entre as duas extremidades centrais do fio da antena, tal como mostra a figura 5-17 (sistema dipolo dobrado). Este pedaço de fio deve ser do mesmo comprimento que o da antena real.
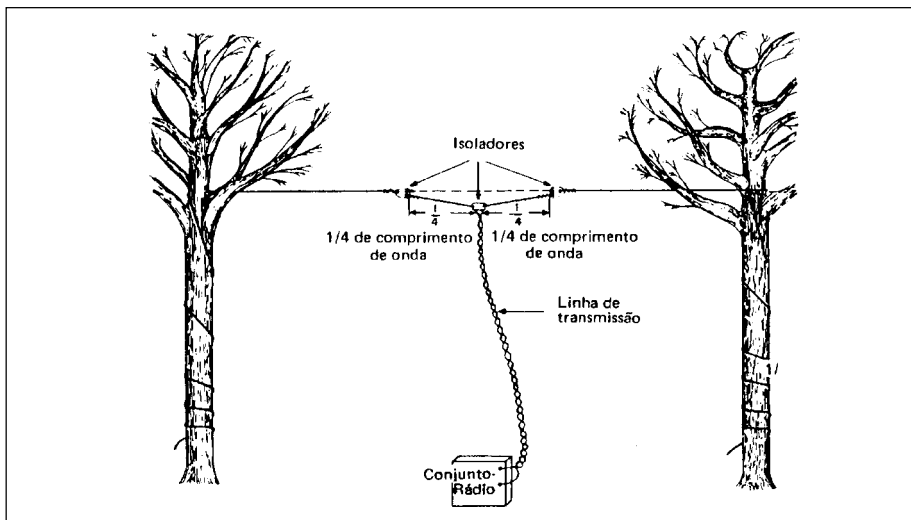
Fig 5-17. Antena improvisada de meia onda com alimentação central.

**e.** O Anexo B contém a fórmula para determinar o comprimento físico de uma antena de meia onda, bem como uma tabela com os comprimentos de antena de meia onda para as freqüências entre 1 e 76 MHz.

**f.** As antenas curtas de meia onda e de alimentação central podem ser instaladas mediante um sistema de apoio, feito inteiramente com peças de madeira. A figura 5-18, A, mostra uma antena horizontal deste tipo. Outra antena similar é mostrada na figura 5-18, B. Estas antenas podem ser giradas em qualquer direção, a fim de obter-se o melhor rendimento possível. Quando a antena é instalada verticalmente, a linha de transmissão, ou alimentador, deve sair da antena em posição horizontal. O comprimento da saída, entre a antena e o ângulo de descida para o transmissor, deve ser no mínimo igual à metade do comprimento da antena.

**g.** Uma instalação de antena de meia onda, similar à descrita no subparágrafo **e.** acima, é mostrada na figura 5-19. As pontas deste tipo de antena são ligadas a uma peça de madeira seca, ou uma vara de bambu, cuja curvatura mantém reto o fio da antena. Outra vara, ou feixe de varas, atua como mastro.
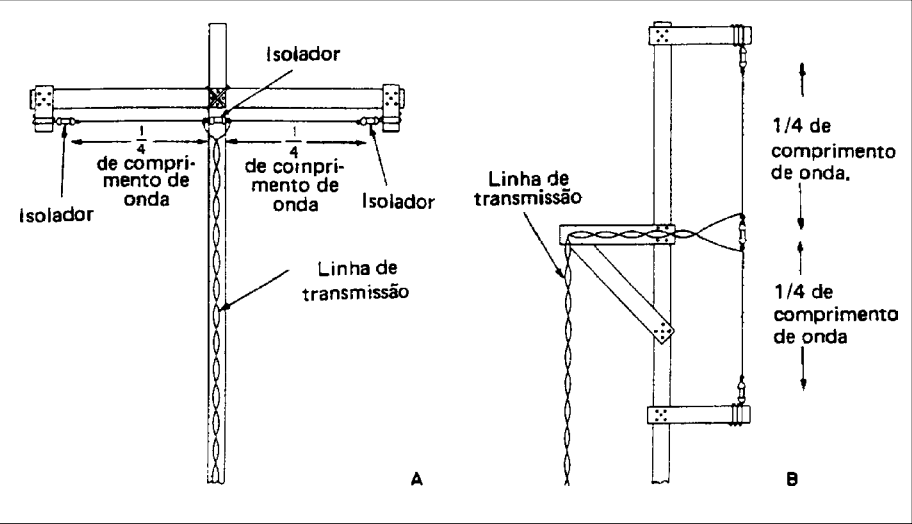
Fig 5-18. Antena elevada de meia onda com alimentação central

Laçada de 1 nó
Bambus
Cordel
1/4
de comprimento de onda
1/4
de comprimento de onda.
Amarração
Laçada de 1 nó
Fio de campanha
Amarração
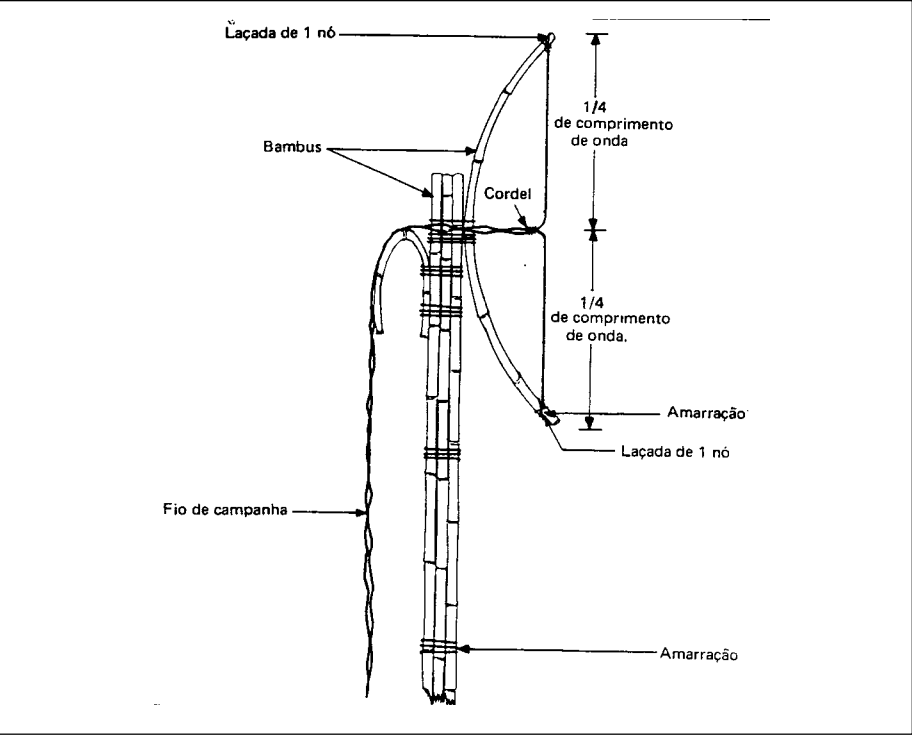
Fig 5-19. Dispositivo de apoio para antena vertical de meia onda

## 5-29. ANTENA DE MEIA ONDA DE ALIMENTAÇÃO PELA EXTREMIDADE

As antenas de emergência deste tipo podem ser construídas com fio de campanha, corda e isoladores de madeira. O comprimento elétrico destas antenas é medido desde o terminal de saída do transmissor até a ponta mais afastada da antena (Fig 5-14). A antena deve ser construída com um comprimento maior que o necessário, cortando-se as pontas até chegar ao comprimento adequado para uma operação satisfatória.

## 5-30. ANTENAS DIRECIONAIS DE EMERGÊNCIA

A antena semi-rômbica, mostrada na figura 5-20, bem como a antena de onda completa, mostrada na figura 5-21, constituem dois tipos de antena direcional de emergência que podem ser utilizados com os aparelhos de rádio de modulação em freqüência. Estas antenas são direcionais e, portanto, transmitem e recebem na direção de sua extremidade. Quando a carga do transmissor é deficiente, devem-se acrescentar ou retirar pedaços de antena até conseguir uma operação satisfatória. Geralmente, estas antenas aumentam o alcance do equipamento de modulação em freqüência.
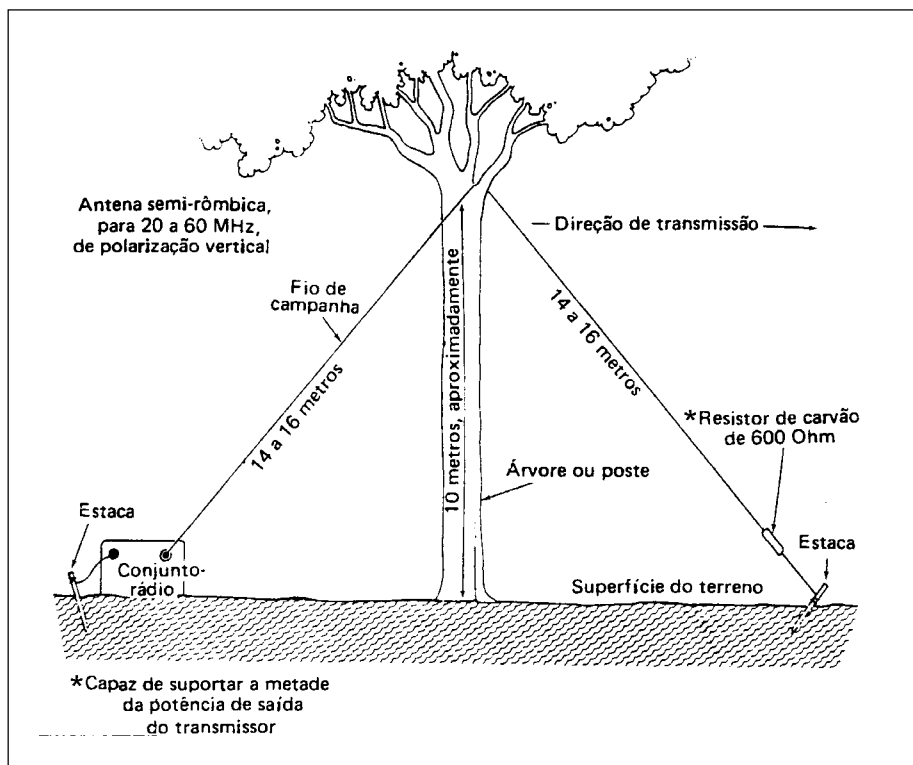
Fig 5-20. Antena semi-rômbica
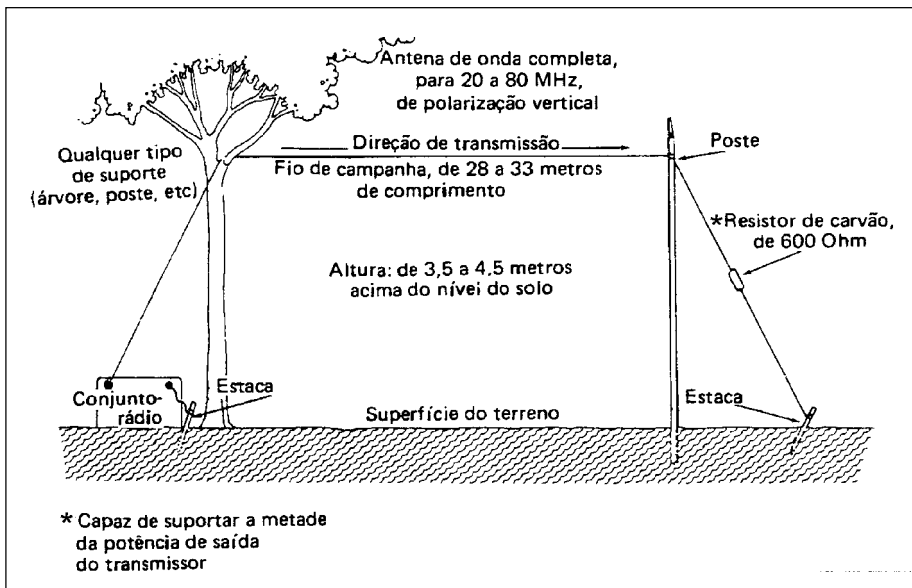
Fig 5-21. Antena de onda completa.

# CAPÍTULO 6

## FATORES DETERMINANTES DA QUALIDADE DAS RADIOCOMUNICAÇÕES

### 6-1. A ESCOLHA DO LOCAL DE OPERAÇÃO

**a. Generalidades** - Os postos ou estações de rádio devem estar localizados em posições que assegurem sua comunicação com todos os demais da rede. A escolha do local do posto está condicionada a observância de exigências técnicas, relacionadas com o ambiente operacional e as características do equipamento, bem como de exigências táticas, determinadas pelo tipo de operação e situação tática.

**b. Exigências técnicas**

(1) Quanto ao relevo - As montanhas, colinas e demais elevações do terreno circundante limitam, geralmente, o alcance do equipamento rádio. Em terreno montanhoso devem, portanto, ser preferidas posições situadas nas partes altas (Fig 6-1), evitando-se aquelas localizadas nas bases de penhascos, vales e depressões profundas (Fig 6-2). Para operar em freqüência superiores a 30 MHz, deve ser escolhida, sempre que possível, uma posição que permita a comunicação em linha de visada.

(2) Quanto ao terreno - O tipo de terreno existente entre dois postos-rádio de campanha tem influência sobre a condutividade da onda terrestre. Dado seu baixo poder de absorção, as planícies e campinas possuem um alto grau de condutividade (Fig 6-3), o mesmo ocorrendo com as grandes extensões de água (Fig 6-4). O terreno montanhoso, acidentado ou quebrado, é, geralmente, de baixa condutividade. Nas áreas onde existem grandes depósitos de minérios, ravinas ou vales profundos, a onda terrestre pode ser completamente absorvida pelo solo. O posto-rádio, sempre que possível, deve ser instalado nas proximidades de um terreno úmido. Grandes elevações entre as estações diminuem a qualidade da transmissão (Fig 6-5).

Fig 6-1. Rádio em uma posição elevada

Fig 6-2. Rádio em um vale
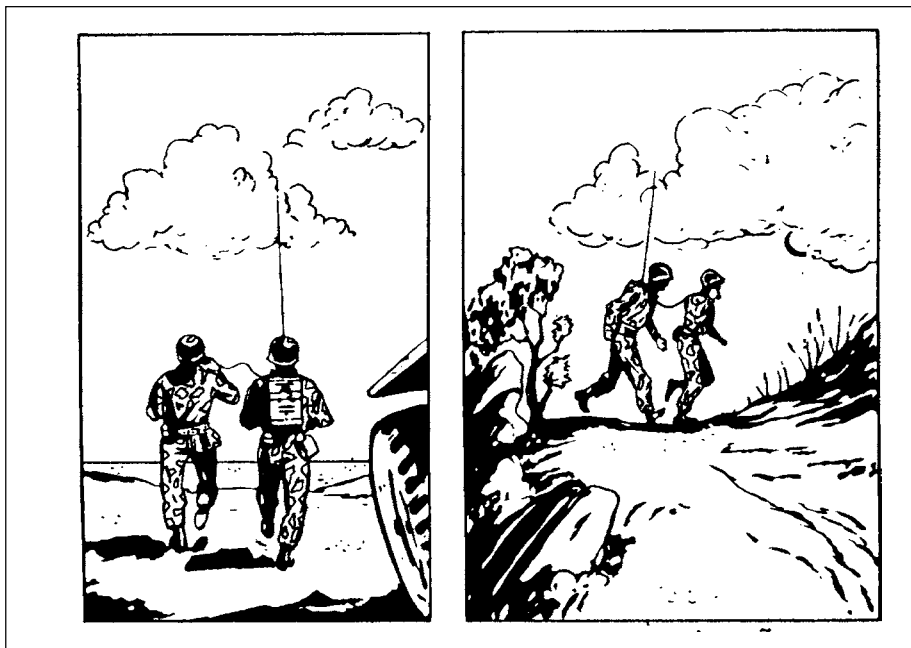
Fig 6-3. Boa localização (planícies e campinas)
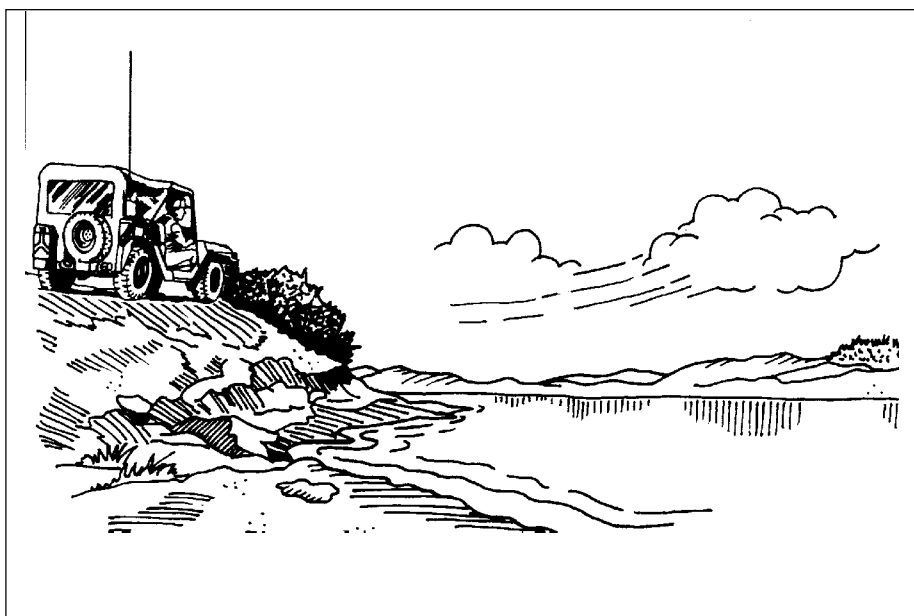
Fig 6-4. Boa localização (Grandes extensões de água)
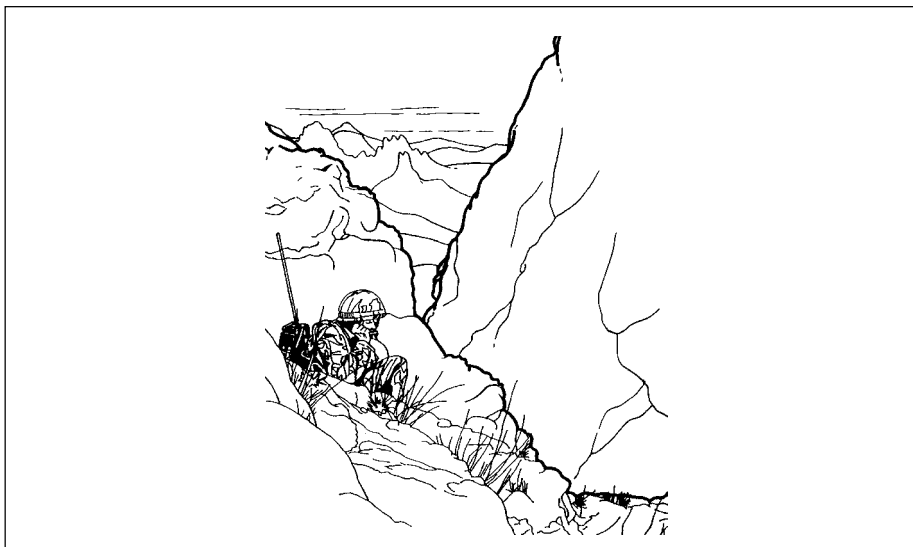
Fig 6-5. Má localização (Terreno montanhoso)

(3) Quanto à vegetação - As árvores de folhagem densa absorvem as ondas de rádio (Fig 6-6) e as de foliação estacional causam efeito mais adverso que as de foliação perene. A antena deve manter-se afastada de qualquer folhagem ou mato denso.

Fig 6-6. Má localização (Mata densa)

(4) Obstruções artificiais

(a) Prédios localizados entre os postos-rádio, particularmente os de estrutura de aço ou concreto, perturbam a transmissão e a recepção (Fig 6-7).

(b) Não se deve escolher uma posição dentro de um túnel, ou sob um viaduto ou ponte de aço. A transmissão e a recepção, sob tais condições, são quase impossíveis, por causa da alta absorção das ondas de RF (Fig 6-8).

Fig 6-7. Posto-rádio entre prédios
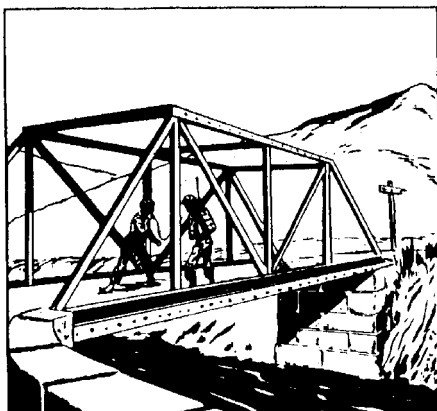
Fig 6-8. Sobre uma ponte de aço e dentro de um túnel

(c) Todos os tipos de linha de posteamento, tais como telefone, telégrafo e de alta tensão, devem ser evitadas quando da escolha da localização de um posto-rádio. Tais tipos de linhas absorvem energia das estações emissoras localizadas em sua vizinhança e introduzem, também, interferência de ruídos nas receptoras (Fig 6-9).

(d) Devem ser evitadas as posições adjacentes ou próximas das estradas de alta densidade de trânsito. Além do ruído e confusão, causados pela passagem dos caminhões e carros de combate, os sistemas de ignição destas viaturas podem causar interferências elétricas (Fig 6-10).

(e) Os carregadores de bateria e geradores devem ser mantidos afastados do equipamento de rádio.

Fig 6-9. Linhas de transmissão de energia
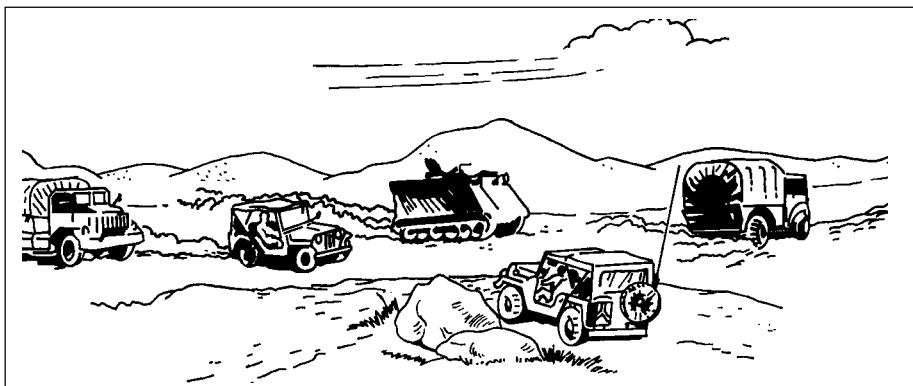
Fig 6-10. Estradas com alta densidade de trânsito

(f) Os conjuntos-rádio adjacentes devem ser afastados um do outro (Fig 6-11).

(g) Os postos-rádio devem estar localizados em áreas relativamente silenciosas. A anotação de sinais fracos requer uma grande concentração por parte do operador, cuja atenção não deve ser distraída por ruídos estranhos.
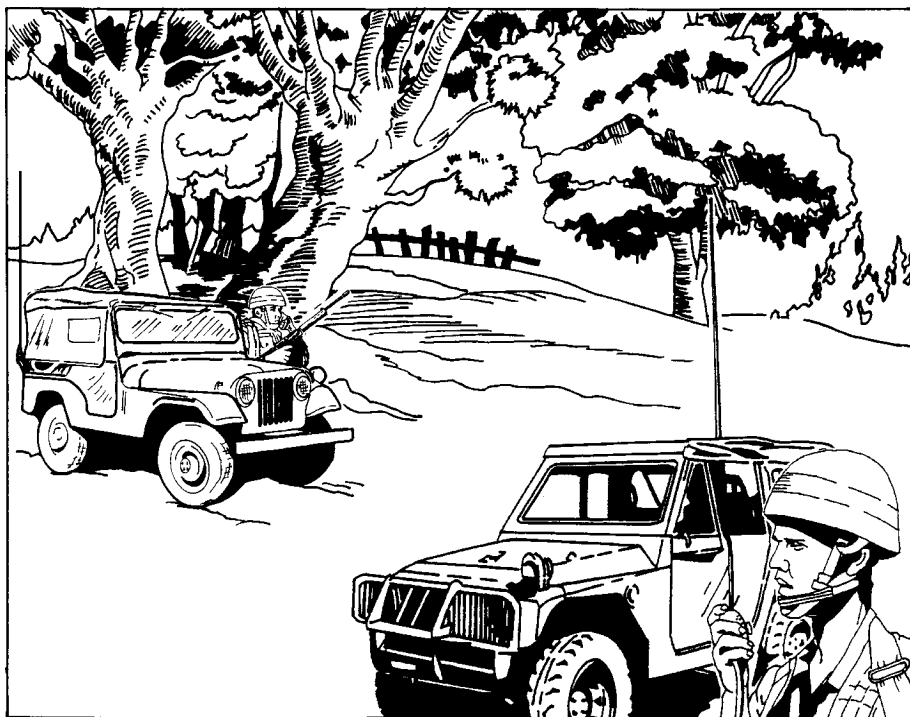
Fig 6-11. Postos-rádio adjacentes

**c. Exigências táticas**

(1) Os postos-rádio devem estar localizados fora da área do PC que eles servem. Desta forma, o tiro de artilharia pesada, os mísseis, ou os bombardeios aéreos dirigidos contra eles, em conseqüência de sua localização pela guerra eletrônica inimiga, não atingirão a área do PC.

(2) As posições escolhidas devem oferecer as melhores condições possíveis de proteção e camuflagem, compatíveis com a boa transmissão e recepção. Uma proteção e camuflagem perfeitas podem prejudicar essas operações. O grau permissível de deficiência de operação depende do alcance requerido, da potência do transmissor, da sensibilidade do receptor, da eficiência do sistema de antena e das condições do terreno. Quando a distância a ser coberta pelo posto é muito menor que seu alcance real, pode sacrificar-se algo da eficiência operacional do equipamento, a fim de melhor ocultá-lo da observação inimiga.

**d. Considerações práticas**

(1) O equipamento-rádio, dependendo do tipo de antena utilizada, pode ser operado a partir de lugares abrigados, com a antena instalada em terreno aberto.

(2) Alguns equipamentos podem ser operados por controle remoto. Estes equipamentos podem ser instalados em posições relativamente expostas, enquanto o operador permanece oculto.

(3) As antenas de todos os equipamentos-rádio devem estar afastadas da superfície do solo, de forma a permitir uma comunicação normal.

(4) As cristas das montanhas e encostas devem ser evitadas. Uma posição situada imediatamente atrás da crista proporciona melhor cobertura e, às vezes, melhor transmissão.

(5) Todos os postos-rádio devem estar convenientemente camuflados contra a observação aérea e terrestre. Deve-se, no entanto, evitar que as antenas fiquem em contato com as árvores, galhos ou material de camuflagem.

**e. Considerações finais** - É quase impossível escolher um lugar que satisfaça a todas as exigências técnicas e táticas da instalação de um equipamento-rádio. Cabe ao radioperador realizar um estudo de situação, antes da escolha do local de operação, de modo a conciliar todos os aspectos estudados. É também uma boa idéia escolher dois lugares, um principal e outro alternativo; desta forma, se o equipamento não apresentar um bom rendimento na primeira posição, poderá apresentar na segunda.

## 6-2. A FREQÜÊNCIA DE OPERAÇÃO

A onda terrestre é a mais comumente utilizada nas radiocomunicações de campanha. O alcance da onda terrestre vai reduzindo-se à medida que a freqüência operacional do transmissor aumenta. Quando o transmissor opera em freqüência acima dos 30 MHz, as distâncias ficam, geralmente, reduzidas a algo mais que as correspondentes à linha de visada. A escolha da freqüência mais indicada, para as redes que operam por onda espacial, depende do clima, da estação do ano e da hora, tendo-se o cuidado de evitar que a estação receptora fique dentro da zona de silêncio.

## 6-3. A POTÊNCIA DE TRANSMISSÃO

O alcance da transmissão do sinal é proporcional à energia irradiada pela antena. A um aumento de energia corresponde um aumento do alcance e vice-versa. Em condições normais de operação, o transmissor deve alimentar a antena com energia suficiente para estabelecer uma comunicação satisfatória com o posto receptor. Uma transmissão mais forte que a necessária abre uma brecha na segurança das comunicações porque a posição do transmissor poderá ser mais facilmente localizada pela guerra eletrônica inimiga. Além disso, o sinal forte demais poderá interferir na transmissão de outros postos amigos operando na mesma freqüência.

## 6-4. A ANTENA UTILIZADA

**a.** Para obter a máxima transferência de energia, a antena deve ter o comprimento adequado à freqüência operacional.

**b.** O tipo de terreno em que a antena está instalada determina, em parte, a forma de irradiação e, conseqüentemente, afeta a direcionalidade da antena e o alcance máximo possível da transmissão na direção desejada. A posição da antena deve ser mudada, sempre que possível, tantas vezes quantas necessárias para determinar a posição ótima de operação, de forma a ser irradiado o máximo de energia na direção desejada.

**c.** O tipo de construção, a localização e as características elétricas nas radiocomunicações de campanha são fatores menos decisivos na operação da antena receptora que na antena transmissora. A antena receptora deve estar convenientemente acoplada na entrada do circuito receptor e, em alguns casos, ter a mesma polarização da antena transmissora.

## 6-5. A DISTÂNCIA ENTRE AS ESTAÇÕES

**a.** Os equipamentos-rádio possuem um alcance de utilização . Para uma operação satisfatória, além dos fatores anteriormentes analisados, é necessário que as estações estejam localizadas dentro do alcance de utilização dos equipamentos.

**b.** O alcance das transmissões não se limita, no entanto, ao previsto nos manuais de utilização e emprego do equipamento-rádio. Dependendo da energia irradiada, da antena e do local do posto, além de outros fatores, elas extrapolam aqueles valores. Isto significa que se pode estabelecer uma radiocomunicação com uma estação localizada além da distância operacional de emprego.

**c.** Quando são utilizados ondas espaciais, devem ser consideradas as características da zona de silêncio. Operando-se em certas freqüências, existem determinadas horas, do dia ou da noite, em que a estação receptora pode ficar dentro da zona de silêncio e, conseqüentemente, pode não receber o sinal irradiado pela antena transmissora.

## 6-6. INTERFERÊNCIAS DE ORIGEM NATURAL

**a.** As interferências de rádio de origem natural podem ser divididas em quatro classificações:

(1) Interferências atmosféricas, causadas por tempestades elétricas;

(2) Interferências solares, ou cósmicas, causadas por erupções do sol ou de outros astros;

(3) Ruído de estática, decorrente de carga acumulada pela precipitação de partículas na atmosfera. Estas partículas podem ser de chuva, neve, granizo, areia, fumaça ou poeira. As partículas secas causam cargas maiores que as úmidas;

(4) Desvanecimento do sinal, decorrente de distúrbios no meio através do qual as ondas se propagam.

**b.** As interferências naturais se manifestam no equipamento eletrônico sob a forma de ruído. Este ruído se traduz em sons, nos fones ou alto-falantes, ou em erros, na saída de outros dispositivos terminais. Todas as freqüências podem acusar os efeitos das interferências, mas esses diminuirão à medida que a freqüência for aumentada. A recepção em freqüências muito altas acusa pouco os distúrbios causados pelas interferências naturais.

## 6-7. INTERFERÊNCIA ARTIFICIAL

**a.** As interferências artificiais são causadas pelo funcionamento de diversos tipos de mecanismos elétricos, tais como os sistemas de ignição das viaturas, sistemas de escovas dos motores e geradores e outras máquinas elétricas, além daquelas utilizadas pela guerra eletrônica inimiga. O radioperador deve estar atento quanto ao local de operação de seu posto e às fontes de interferência, de modo a diferenciá-las.

**b.** Embora seja mais fácil eliminar tais ruídos na origem, é possível introduzir alguns melhoramentos no receptor. Se a fonte de interferência não estiver localizada na mesma direção do posto-rádio transmissor, a utilização de uma antena direcional pode eliminar parte da interferência. Para a interferência proveniente da guerra eletrônica inimiga deve-se utilizar as técnicas de Contra-contramedidas Eletrônicas (CCME), que estão desenvolvidas no capítulo 08 deste Manual.

## 6-8. INTERFERÊNCIA MÚTUA

**a.** Quando um sistema de comunicações interfere no outro, ou quando um posto em particular interfere em outros, cria-se uma condição de interferência mútua.

**b.** A interferência mútua pode aparecer sob diversas formas: ruído, conversação cruzada ou interações harmônicas. Algumas das condições mais comuns causadoras de interferência mútua são:

(1) Sinais espúrios ou indesejados;
(2) Respostas espúrias do receptor;
(3) Centelhamento de RF nos transmissores;
(4) Desequilíbrio na impedância do sistema de antenas;
(5) Sobrecarga intermitente da alta voltagem;
(6) Seleção imprópria das freqüências.

**c.** As interferências podem proceder de muitas fontes locais ou distantes. As freqüências utilizadas, a localização, a calibragem deficiente do equipamento, as técnicas inadequadas de operação e as condições atmosféricas são fatores importantes que influem na natureza da interferência mútua. Os equipamentos e sistemas de radar, rádio e telefone são, potencialmente, geradores de interferência mútua.

# CAPÍTULO 7

# TÉCNICAS DE RADIOPERAÇÃO

## ARTIGO I

## INTRODUÇÃO

### 7-1. GENERALIDADES

**a.** A efetividade tática de qualquer equipamento de radiocomunicações não é maior que a habilidade de seu operador. As comunicações, dentro de uma rede ou comando, atingem seu grau máximo de eficiência quando os operadores de equipamento habitualmente obedecem aos procedimentos apropriados para a transmissão e recepção dos sinais.

**b.** Este capítulo trata da matéria relacionada com as técnicas de operação dos equipamentos de campanha.

### 7-2. INSTRUÇÕES GERAIS

As instruções que dizem respeito às radiocomunicações encontram-se contidas nos Manuais de Comunicações, nas Normas Gerais de Ação de Comunicações e Eletrônica (NGA Com Elt), nas Instruções Padrão das Comunicações e Eletrônica (I P Com Elt) e nas Instruções para a Exploração das Comunicações e Eletrônica (I E Com Elt). Essas publicações prescrevem a reunião das estações em redes e distribuem os indicativos de chamada e as freqüências. Também indicam os postos diretores das redes (PDR), os sistemas de autenticação, as prescrições sobre a troca de freqüências (freqüências alternativas), as operações de rotina e as normas de segurança a serem obedecidas pelos operadores de emissores eletromagnéticos de comunicações e não-comunicações.

## ARTIGO II

## INSTRUÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO

### 7-3. GENERALIDADES

Antes de operar qualquer equipamento, deve-se obter o respectivo manual e estudá-lo cuidadosamente. Os diagramas do painel e das conexões, bem como os parágrafos que tratam da descrição dos componentes, devem ser consultados durante as fases preliminares dos procedimentos de operação, a fim de assegurar-se de que todos os fios estão ligados nas conexões correspondentes do painel e de que os controles estão nas posições corretas. Mesmos os operadores mais experientes devem efetuar periodicamente esta verificação preliminar, consultando tais referências, a fim de garantir exatidão na operação e evitar danificar o equipamento. Durante a fase preliminar os operadores devem consultar a lista de verificação de operações e, quando autorizados, a de verificação do desempenho do equipamento, para determinar qual é o rendimento que pode ser esperado do mesmo e quais medidas devem ser tomadas para corrigir anormalidades. Esta lista de verificação contém as instruções necessárias para a aplicação das medidas corretivas correspondentes, caso o equipamento não funcione normalmente.

### 7-4. ETAPAS PARA A OPERAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO DE RÁDIO

Os equipamentos de rádio fornecidos às unidades podem ser de vários tipos, dependendo das necessidades de comunicações. Alguns podem estar contidos, por exemplo, em um só conjunto (transceptor), enquanto outros podem consistir de partes separadas (transmissor e receptor), que devem ser interligadas para formar um conjunto completo. Para operar um conjunto-rádio, devem ser, normalmente, cumpridas as etapas abaixo:

(1) Verificar a integridade do equipamento - Certificar-se de que todos os componentes e acessórios necessários se encontram presentes e prontos para serem utilizados. Consultar o manual correspondente.

(2) Verificar o estado dos botões, interruptores, indicadores, cabos, etc - Certificar-se de que esses dispositivos encontram-se limpos e em boas condições de funcionamento. Corrigir os defeitos sempre que possível ou, caso contrário, notificar ao oficial responsável.

(3) Verificar o estado das pegas, jaques e conectores - Antes de ligar o aparelho e iniciar sua operação, certificar-se de que todas as pegas, jaques e conectores estão limpos e em boas condições de uso.

(4) Consultar os diagramas antes de realizar as ligações - Estes diagramas mostram o tipo e a quantidade de cabos necessários para ligar os diversos componentes do conjunto-rádio . Se uma conexão for feita de maneira errada, o aparelho poderá ser danificado.

(a) quando os conectores não se encaixam um no outro, isto pode ser devido aos jaques e pegas dos mesmos estarem danificados.

(b) Se um cabo estiver conectado a um jaque, no qual ele se encaixa, mas sem lhe pertencer, poderá danificar seriamente o equipamento e, em alguns casos, causar ferimentos no operador.

(5) Verificar as posições das chaves, interruptores e controles - Alguns equipamentos-rádio podem ficar seriamente danificados se estes dispositivos não estiverem nas posições iniciais corretas, antes de ligar a fonte de alimentação, ou de fazer as ajustagens iniciais para sintonizá-los. Antes de realizar essas operações, consultar o manual correspondente e certificar-se de que as etapas preliminares foram completamente cumpridas.

(6) Verificar o procedimento inicial de operação, contido no manual do equipamento - O manual do equipamento explica pormenorizadamente o procedimento adequado para ligar o conjunto-rádio. Quando há uma seqüência operacional de iniciação, ela se encontra descrita no manual. Proceder às operações correspondentes, obedecendo a seqüência adequada.

(7) Verificar a normalidade de funcionamento do aparelho - Quando o equipamento estiver sendo operado, verificar freqüentemente todos os medidores, certificando-se de que estão funcionando corretamente. No caso de ocorrer qualquer anormalidade no funcionamento, investigar imediatamente a causa; desligar o equipamento, se necessário, e consultar as listas de verificações de funcionamento e desempenho do equipamento. Se as correções indicadas nestas listas não derem resultado, notificar as condições do equipamento ao oficial responsável. Certificar-se de que tanto o estado do aparelho como a medida adotada foram convenientemente anotados no livro de registro do conjunto-rádio.

(8) Executar o procedimento adequado para desligar o aparelho - Ao terminar a operação, ou no caso de desligar o aparelho em decorrência de alguma anormalidade, certificar-se de que os controles, interruptores e chaves estão em suas posições corretas (isto pode não ser necessário com alguns tipos de aparelhos) e proceder à separação dos componentes, de acordo com a seqüência especificada no manual do equipamento. Os aparelhos simplificados podem não requerer outra coisa além de girar o botão correspondente para a posição “desligado”; outros aparelhos, porém, requerem procedimentos mais complexos.

## 7-5. CUIDADOS NA OPERAÇÃO

**a.** Utilizar fones em lugar de alto-falante, se o sinal recebido for fraco.

**b.** Falar diretamente no microfone, pausada e claramente, isto é, pronunciando todas as sílabas.

**c.** Se o equipamento estiver instalado em uma viatura, assegurar-se de que a bateria está carregada. Caso contrário, fazer funcionar o motor até que o amperímetro indique que a carga está completa. Se estiver usando baterias recarregáveis, certificar-se de que as mesmas estão carregadas.

**d.** Caso necessário, deslocar a viatura, ou mudar a posição do conjunto-rádio, a fim de melhorar a recepção.

**e.** Observar que uma comunicação deficiente, ou mesmo sua interrupção, pode ser devido a:

(1) Afastamento excessivo entre os postos;
(2) Má localização de um ou mais postos da rede;
(3) Terreno desfavorável;
(4) Ruídos ou interferência;
(5) Potência insuficiente do transmissor;
(6) Equipamento defeituoso;
(7) Antena deficiente;
(8) Freqüência inadequada;
(9) Atuação da guerra eletrônica (GE) inimiga.

**f.** Observar que um material mal cuidado ou mal operado pode produzir os mesmos efeitos negativos nas radiocomunicações que os produzidos pelas distâncias excessivas ou pelo terreno montanhoso. É imprescindível a observância das medidas seguintes:

(1) Estudar e familiarizar-se com as instruções contidas nos manuais técnicos relativos aos equipamentos que irão ser empregados; esses manuais contém as instruções completas para a operação, bem como os métodos de manutenção;
(2) Manter o equipamento sempre limpo;
(3) Manusear o aparelho cuidadosamente.

**g.** Fazer as inspeções de rotina e realizar os encargos de manutenção do operador do conjunto-rádio.

## ARTIGO III

## NORMAS DE OPERAÇÃO DO POSTO-RÁDIO

### 7-6. GENERALIDADES

Os postos-rádio devem estabelecer suas normas de exploração para o trato das mensagens e a manutenção dos registros respectivos. Estas normas são redigidas de forma a atender às necessidades da unidade servida pelo posto.

### 7-7. PREPARAÇÃO DAS MENSAGENS

**a.** Todas as mensagens devem ser escritas antes da transmissão, de forma a tirar o máximo rendimento do tempo de operação da rede e, igualmente, possibilitar o arquivamento de cópias das mesmas. As mensagens militares devem ser redigidas da maneira mais concisa possível, sem prejuízo da clareza e precisão.

**b.** Empregam-se, sempre que possível, as cadernetas de mensagens, que são distribuídas para uso pela tropa em campanha. As normas sobre redação de mensagens e precedência estão contidas em manuais específicos.

7-8. DEVERES DO RADIOPERADOR

**a.** O radioperador tem que se ater estritamente às normas de operação estabelecidas. Quaisquer alterações destas normas acarretarão invariavelmente em confusão, reduzirão a confiança e a rapidez das comunicações e comprometerão sua segurança.

**b.** Ao passar o serviço de um posto-rádio, o operador substituído transmite ao substituto todas as ordens particulares e as informações concernentes ao posto que está operando. Isto compreende todos os dados úteis ou necessários que digam respeito às mensagens pendentes de transmissão, às modificações na organização da rede, ao desempenho do equipamento durante o período anterior de operação, à atuação da guerra eletrônica inimiga e outros assuntos correlatos.

**c.** Antes de assumir o serviço, o radioperador deve verificar o estado do equipamento, certificando-se de que está em boas condições de operação e devidamente sintonizado na freqüência de operação.

**d.** Além dessas, outras medidas podem ser estabelecidas durante o planejamento de emprego do sistema rádio, devendo constar das NGA Com Elt.

## ARTIGO IV

## SEGURANÇA DAS COMUNICAÇÕES

7-9. GENERALIDADES

**a.** A segurança das comunicações compreende todas as medidas destinadas a impedir que o inimigo, ou pessoas não autorizadas, obtenham quaisquer informações de valor militar derivadas do estudo das nossas comunicações.

**b.** As instruções que regem a segurança das comunicações não garantem, por si mesmas, esta segurança, nem abrangem todas as situações possíveis, pois as exigências impostas pela operação do sistema podem limitar as medidas de segurança cabíveis. Contudo, a obediência a estas normas viabiliza satisfatório grau de segurança, pela aplicação judiciosa de suas regras.

7-10. RESPONSABILIDADES

**a.** A segurança das comunicações é responsabilidade do comandante. Assim sendo, cada comandante deve estabelecer e supervisionar um programa eficiente de segurança em sua unidade. Este programa é, geralmente, baseado na orientação geral do comando, nas diretrizes do escalão superior, nas necessidades de comunicações da unidade e na situação tática.

**b.** É responsabilidade de todo o pessoal militar cooperar eficientemente na segurança das comunicações, mediante estrito cumprimento de todas as medidas necessárias para garanti-las.

## 7-11. SEGURANÇA DO MATERIAL

**a.** A segurança física das comunicações abrange a salvaguarda do material de comunicações, do material criptográfico, das mensagens e de todos os documentos sigilosos, contra pessoal não autorizado.

**b.** Os postos-rádio devem conciliar as exigências técnico-operacionais de emprego do equipamento com as necessidades de segurança das instalações. O local do posto, em princípio , deve ser de fácil acesso e possuir um eficiente plano de defesa. Quando for o caso, pode-se dispor de armamento e sentinelas suficientes para oferecer o máximo de resistência à penetração forçada de pessoas não autorizadas.

**c.** A segurança física do material sigiloso deve ser garantida através da observância das seguintes normas:

(1) Só entregar material sigiloso às pessoas autorizadas e que necessitem do mesmo para o cumprimento de suas missões.

(2) Manter estritamente em dia o registro do material sigiloso, de acordo com o prescrito nas instruções em vigor;

(3) Participar toda a quebra de sigilo, possível ou já ocorrida;

(4) Providenciar arquivamento adequado do material sigiloso que não estiver sendo utilizado;

(5) Estabelecer e manter atualizado um plano de destruição do material e equipamento sigiloso.

**d.** Os postos-rádio podem, também, ser dotados de meios de destruição de emergência, tais como explosivos, incendiários e combustíveis. Esta exigência é muito maior na zona de combate ou nas áreas onde o contato com o inimigo é iminente. Ler o capítulo 10 (dez) para maiores detalhes.

## 7-12. SEGURANÇA DA EXPLORAÇÃO

**a. Generalidades -** A segurança da exploração compreende as medidas destinadas à proteção das transmissões contra as atividades de guerra eletrônica inimiga. O rádio, quando em operação e sem o uso correto das CCME, está, na maioria das situações, sujeito às ações da GE inimiga. Compete aos radioperadores tomar todas as providências cabíveis para reduzir a eficácia da GE inimiga, mantendo a eficiência das transmissões. A segurança entre os diversos meios de comunicações varia de acordo com as circunstâncias e pode ser aumentada mediante a prática das normas de disciplina rádio e da lista de verificação de segurança das comunicações.

**b. Disciplina rádio -** São todos os procedimentos adotados para aumentar a eficiência das transmissões. As regras para a manutenção da disciplina rádio são:

(1) Só empregar as regras de exploração em vigor.
(2) Eliminar as transmissões desnecessárias.
(3) Escutar antes de transmitir.
(4) Ajustar a freqüência com o posto diretor da rede (PDR).
(5) Falar claramente e com precisão.
(6) Responder imediatamente às chamadas.
(7) Cumprir rigorosamente as prescrições rádio.
(8) Utilizar os sistemas de autenticação.
(9) Operar com mínima potência de saída necessária.
(10) Controlar o volume de tráfego.
(11) Utilizar na fonia nomes em código para designar lugares, pessoas e unidades.

**c. Lista de verificação de segurança das comunicações** - Esta lista deve ser utilizada pelos radioperadores, respondendo às perguntas abaixo, de modo a avaliar os procedimentos adotados nas diversas redes.
(1) Está sendo violado o silêncio rádio?
(2) Está havendo conversação não oficial (tagarelice) entre operadores?
(3) Está havendo transmissões em rede controlada sem a devida permissão do PDR ?
(4) Estão sendo transmitidos nomes de radioperadores?
(5) Estão sendo comprometidos os indicativos de chamada pela associação com expressões em linguagem clara?
(6) Está havendo abuso no emprego de expressões convencionais ou sinais de serviço.
(7) Está sendo usada linguagem clara ao invés das expressões convencionais ou sinais de serviço.
(8) Os operadores estão empregando erroneamente as regras de exploração rádio?
(9) Estão sendo efetuadas transmissões desnecessárias, inclusive excesso de verificação?
(10) As transmissões têm permitido a identificação de unidades ou signatários?
(11) Está havendo excesso de transmissões de chamada?
(12) As transmissões estão sendo feitas em cadência superior à capacidade de recepção dos operadores mais lentos da rede?
(13) Está sendo utilizada potência além da necessária?
(14) A sintonia dos transmissores está sendo feita com a utilização de antenas fantasmas?
(15) Está sendo gasto tempo, além do necessário, para sintonia, mudanças de freqüência ou quaisquer outras ajustagens do equipamento?

## ARTIGO V

## FUSOS HORÁRIOS E QUADRO DE CONVERSÃO DE TEMPO

### 7-13. GENERALIDADES

A data e a hora das mensagens são expressas por um número de seis algarismos, seguido por uma letra indicadora do fuso. Os dois primeiros algarismos indicam o dia; os dois seguintes indicam a hora e, os dois últimos, os minutos . Exemplo: dia 20, às 11 horas e 32 minutos, hora de Greenwich (hora ZULU) será indicada por 201132Z.

### 7-14. HORA CIVIL GREENWICH

A hora civil de Greenwich (Greenwich Civil Time, GCT) é internacionalmente aceita como base para medida de tempo. O indicativo de fuso “Z” expressa a hora GCT, ou hora ZULU. Qualquer letra colocada depois de um número de seis algarismos indicará o fuso horário do lugar cuja hora é expressa por esses algarismos. Os indicativos de fuso podem ser encontrados na carta dos fusos horários ( Fig 7-1)

### 7-15. CARTAS DOS FUSOS HORÁRIOS

Os números na parte inferior da carta (Fig 7-1) indicam a diferença, em horas, entre a local e a de Greenwich. Assim sendo, para achar a hora ZULU correspondente a qualquer fuso deve-se acrescentar ou diminuir, à hora local daquele fuso, o número de horas indicado na carta. Em algumas regiões, esta diferença pode variar, em decorrência de disposições legais locais.

### 7-16. QUADRO DE CONVERSÃO DE TEMPO

Para converter a hora local de um fuso na de outro, pode-se utilizar o quadro de conversão de tempo (Fig 7-2). Cada coluna vertical indica um fuso horário. Sabendo a hora de qualquer fuso, pode-se determinar a correspondente em qualquer outro seguindo as linhas horizontais até a coluna vertical do fuso desejado. A área sombreada à direita do quadro corresponde ao dia posterior (24 horas) ao dia constante da área branca, enquanto a área sombreada do lado esquerdo corresponde ao dia anterior. Exemplificando: admitimos serem 16 horas e 25 minutos no fuso ROMEO; a hora ZULU correspondente será 21 horas e 25 minutos do mesmo dia. Outro exemplo: que horas serão no fuso QUEBEC, se no fuso CHARLIE são 4 horas e 10 minutos do dia 20 ? - Serão 21 horas e 10 minutos do dia 19, isto é, do dia anterior.

Fig 7-1.Carta de fuso horário

## QUADRO DE CONVERSÃO DE TEMPO

| | Y +12 | X +11 | W +10 | V +9 | U +8 | T +7 | S +6 | R +5 | Q +4 | P +3 | O +2 | N +1 | Z 0 | A -1 | B -2 | C -3 | D -4 | E -5 | F -6 | G -7 | H -8 | I -9 | K -10 | L -11 | M -12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIA ANTERIOR / MESMO DIA | 1600 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 |
| | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 |
| | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 |
| | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 |
| | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 |
| | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 |
| | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 |
| MESMO DIA / DIA POSTERIOR | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 |
| | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 |
| | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 |
| | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 |
| | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 200 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 |
| | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 |
| | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 |
| | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 |
| | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 |
| | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 |
| | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 |
| | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |
| | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 200 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 |
| | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 |
| | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 |
| | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 0100 | 0200 | 0300 | 0400 | 0500 | 0600 | 0700 | 0800 | 0900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 |

Fig 7-2. Quadro de conversão de tempo

# CAPÍTULO 8

# GUERRA ELETRÔNICA

## ARTIGO I

## INTRODUÇÃO

8-1. GENERALIDADES

**a.** Na guerra moderna, os exércitos dependem, cada vez mais, de equipamentos eletrônicos, seja para obter e difundir informações, seja para comandar e controlar suas forças, bem como para operar seus sistemas de armas. Conseqüentemente, estes meios desempenham importante papel no campo de batalha, onde as forças em confronto procuram sobrepujar-se, empenhando, com este propósito, seus recursos de Guerra Eletrônica (GE).

**b.** Grande parte destes equipamentos utiliza o espectro eletromagnético, de modo que sua irradiação pode ser detectada por sensores ou mesmo degradada por intermédio de interferidores.

**c.** Impedindo ou dificultando as comunicações do inimigo, degradando ou neutralizando seus sistemas de armas, a GE contribui para restringir sua liberdade de manobra e reduzir sua capacidade de fogo. Por outro lado, propiciando informações seguras e oportunas, e protegendo os sistemas eletrônicos de suas próprias forças, a GE assegura-lhes acentuada vantagem no desenrolar das operações.

8-2. CONCEITOS BÁSICOS

**a. Guerra Eletrônica (GE)** - Chama-se guerra eletrônica o conjunto de ações que visam a assegurar o emprego eficiente e seguro das emissões eletromagnéticas próprias, ao mesmo tempo que buscam impedir, dificultar ou tirar proveito das emissões inimigas.

**b. Guerra Eletrônica Tática** - É a GE que se desenvolve junto às operações de combate.

**c. Guerra Eletrônica Estratégica** - A GE estratégica compreende um conjunto de atividades de GE desenvolvidas em tempo de paz, crise ou guerra, que visa, basicamente, a reunir dados técnicos sobre os equipamentos eletrônicos de comunicações e de não-comunicações dos adversários potenciais e monitorar suas redes de comunicações civis e militares.

**d. Guerra Eletrônica de Comunicações e de Não-Comunicações** - Em função dos equipamentos sobre os quais atua, a GE classifica-se em de comunicações (GE Com) ou de não-comunicações (GE Não-Com). No campo das comunicações empregam-se equipamentos para a tramitação de informações observando-se o predomínio dos transmissores e receptores. No campo das não-comunicações, busca-se, prioritariamente, a produção de informações mediante o emprego de equipamentos tais como radares, sensores infravermelhos e telêmetros laser.

**e. Medidas Eletrônicas de Apoio (MEA) -** Atividade de GE tática de natureza passiva (não há irradiação ou reirradiação deliberada de energia) que visa a obter dados relativos às características, conteúdo e origem das emissões eletromagnéticas para a produção de informações.

**f. Contramedidas Eletrônicas (CME)** - Atividade de GE que visa a impedir, reduzir ou dificultar a utilização do espectro eletromagnético pelo inimigo, negando-lhe o uso extensivo dos meios eletromagnéticos de comunicações e de não-comunicações.

**g. Contra-contramedidas Eletrônicas (CCME) -** Atividade de GE que busca assegurar a utilização efetiva de nossas irradiações eletromagnéticas, a despeito do emprego da GE pelo inimigo.

## ARTIGO II

## CONTRAMEDIDAS ELETRÔNICAS (CME)

### 8-3. CONCEITOS

**a. Contramedidas Eletrônicas Passivas** - Caracterizam-se pelo emprego de artefatos e tecnologias destinados à absorção ou reflexão de energia eletromagnética emitida pelo inimigo, com o propósito de atenuá-la ou anulá-la. Não serão objeto de estudo neste manual, face à sua natureza e por se enquadrarem mais apropriadamente no campo das não-comunicações.

**b. Contramedidas Eletrônicas Ativas -** São as contramedidas eletrônicas que empregam a irradiação ou reirradiação deliberada de energia eletromagnética. Compreendem ações de interferência e dissimulação eletrônica.

## 8-4. INTERFERÊNCIA

**a.** A recepção de sinais de rádio é, freqüentemente, dificultada pela interferência de sinais não desejados. Essa interferência pode ser intencional (proveniente de fontes inimigas) ou acidental (originária de fontes amigas ou fenômenos naturais).

**b.** Interferência intencional é a irradiação deliberada de energia eletromagnética visando a impedir ou degradar a recepção de emissões do seu interesse. É particularmente utilizada em momentos críticos da manobra, com o objetivo de dificultar a ação de comando.

**c.** Todas as radiofreqüências são vulneráveis à interferência intencional. O inimigo interferirá na recepção sempre que puder e achar conveniente; para isto, selecionará a freqüência a ser interferida, nela sintonizando seu transmissor e emitindo sinais potentes que impeçam a recepção clara dos sinais desejados em nossos receptores.

## 8-5. CLASSIFICAÇÃO DA INTERFERÊNCIA

**a.** A interferência pode ser classificada em função de alguns critérios. Dentre eles, podemos citar:

| CRITÉRIOS DE INTERFERÊNCIA | TIPOS DE INTERFERÊNCIA |
|---|---|
| Quanto ao número de freqüências a serem interferidas | De ponto<br>Simultânea<br>De varredura |
| Quanto ao sinal interferente | Ruído<br>Tom contínuo<br>Áudio externo<br>Pulso variado<br>Uivo<br>Pseudolinguagens |

(1) A interferência de ponto é aquela realizada sobre uma única freqüência, quando se deseja aplicar a potência necessária sobre um receptor-alvo que esteja operando com freqüência fixa.

(2) A interferência simultânea é aquela realizada por um mesmo interferidor sobre mais de uma freqüência de uma determinada faixa, a um só tempo.

(3) A interferência de varredura é aquela realizada sobre diversas freqüências em uma determinada faixa, não simultaneamente, onde a potência interferente percorre o espectro, numa seqüência crescente ou decrescente.

**b.** A classificação da interferência, segundo o sinal interferente, é feita em função da legibilidade ou da taxa de erros que se deseja provocar nas

comunicações de voz ou dados do inimigo, respectivamente. Os tipos de sinais interferentes mais comuns são:

(1) Ruído - Sinal variado ao acaso, tanto em freqüência quanto em amplitude, semelhante ao ruído interno do receptor ou à estática. A grande vantagem do ruído é o fato deste não caracterizar, de imediato, a presença de um interferidor na rede, induzindo o operador do posto interferido a levar em consideração prováveis fontes naturais de ruído (estática, etc).

(2) Uivo - Sinal cuja freqüência varia lentamente na faixa de áudio, produzindo um efeito desagradável nos enlaces de fonia.

(3) Tom contínuo - Sinal de freqüência fixa na faixa de áudio usado para interferir, principalmente, em enlaces de fonia, telegrafia manual e multicanal rádio.

(4) Áudio externo - Qualquer som audível de natureza variada, tais como: músicas, vozes, gritos e outros.

(5) Pulso variado - É o sinal utilizado para interferir nas comunicações de dados e ligações em teletipo, consistindo de um pulso de duração e amplitude variáveis que são gerados e transmitidos numa velocidade adequada.

(6) Pseudolinguagem - São mensagens sem nenhum significado e incompreensíveis geradas e transmitidas em fonia, CW, e FSK. Dão a impressão que o transmissor está um pouco fora de sintonia.

(7) Potadora não-modulada (FM): É um sinal inaudível que consiste em aumentar o nível de RF que chega ao receptor, prejudicando a relação sinal-ruído.

## 8-6. DISSIMULAÇÃO ELETRÔNICA

**a.** É uma ação de CME, cujo objetivo é confundir e iludir o inimigo, seja pela intrusão em seus canais de comunicações, simulando seus próprios postos, seja pela veiculação de mensagens falsas em nossas redes de comunicações, induzindo-o a tirar conclusões falsas sobre a nossa situação. Constitui-se em ação de difícil execução e cujas chances de sucesso são diretamente proporcionais à eventual negligência do inimigo quanto às medidas de segurança das comunicações e outros procedimentos de CCME, ou ao emprego de radioperadores inexperientes pelas forças inimigas.

**b.** Quando dirigida aos mais altos escalões, terá menor probabilidade de êxito, em virtude da utilização de sistemas de segurança mais sofisticados. Este tipo de dissimulação pode, entretanto, ser detectado através de pequenas irregularidades de procedimentos, tais como freqüentes solicitações de informações ou inabilidade para autenticar corretamente.

**c. Dissimulação Eletrônica Imitativa**

(1) Caracteriza-se pela intrusão deliberada nos canais de comunicações do inimigo, imitando suas próprias transmissões, com o propósito de enganá-lo com falsas ordens ou informações, bem como confundir seus próprios radioperadores, dificultando-lhes o cumprimento da missão. Esta dissimulação pressupõe, ainda, um amplo domínio dos princípios de Cmdo Ini,

dos correspondentes procedimentos de operação de comunicações e do respectivo idioma. A penetração no tráfego de Com Ini pode ser facilitada através da obtenção de documentos e equipamentos de comunicações capturados do Ini.

(2) Técnicas utilizadas na Dissimulação Eletrônica Imitativa

(a) Inquietação - É a radiodifusão de voz em uma rede designada para perturbar o operador ou distraí-lo de suas tarefas.

(b) Intrusão de Mensagem Planejada - É a intrusão de mensagens ou ordens falsas visando atrasar ou direcionar as atividades do inimigo.

(c) Intrusão Criptográfica - Visa perturbar o sistema criptográfico do inimigo, pela intrusão de mensagens criptografadas falsas ou criptografadas erroneamente.

**d. Dissimulação Eletrônica Manipulativa**

(1) É a utilização de irradiações eletromagnéticas amigas, com o propósito de induzir o inimigo a falsas conclusões e a uma avaliação incorreta de nossas intenções. Neste tipo de dissimulação altera-se o perfil eletrônico das forças amigas para contra-hostilizar as atividades de GE Ini. Na GE de comunicações, a dissimulação manipulativa deve ser minuciosamente planejada sob pena de, se evidenciada a falsificação, mais rapidamente permitir que sejam descobertas as verdadeiras intenções.

(2) Este tipo de dissimulação para ser conduzido exige que o comandante da força exerça um cerrado controle sobre seus sistemas de comunicações. Por exemplo, uma falsa rede operando normalmente, com um tráfego de mensagens apropriado à situação tática em curso, pode ser utilizada para mascarar o deslocamento de uma força que, normalmente, seria feito com a prescrição de rádio silêncio.

(3) Tal tipo de dissimulação não é levado a efeito apenas por elementos de GE; para isso, são empregadas as unidades de comunicações, ou Pelotões de Comunicações de outras unidades desdobradas no terreno. O planejamento fará parte do Plano de Dissimulação, formulado pelo comando que enquadra a unidade de comunicações (ou Pel Com) que executará a missão (a nível eletromagnético).

(4) Conforme visto, a dissimulação eletrônica está inserida no Plano de Dissimulação da Força, sendo importante frisar que esta constitui apenas um modo de dissimular, ao lado da dissimulação tática, que a embasa. Um Pl Dism pode prever, por exemplo, o deslocamento de toda uma GU a uma direção de um suposto ataque para que o inimigo volte sua atenção para este movimento e a desvie dos pontos que as forças amigas realmente pretendem conquistar, ou de sua verdadeira direção de ataque.

(5) Técnicas utilizadas na Dissimulação Eletrônica Manipulativa

(a) Falhas controladas na segurança das comunicações - Trata-se de uma deliberada transferência de informações para o inimigo, através de um aparente colapso ou violação da segurança das comunicações, visando passar ao inimigo um quadro falso de nossas forças e intenções. Nas transmissões interceptadas pelo inimigo estão incluídos dados obviamente desejados pelos seus analistas, que estão dissimulados. A transmissão desses dados poderá, por exemplo, aparentar uma possível negligência do operador.

(b) Manutenção do nível do tráfego de mensagens - Antes do desencadeamento de uma operação, há normalmente um nítido aumento do uso do rádio. Para impedir que o inimigo obtenha informações a partir do volume e da direção desse tráfego é necessário transmitir mensagens falsas para provocar, desde cedo, um alto nível do uso do rádio. Como a quantidade do tráfego das mensagens reais aumenta à medida que se aproxima o início da operação, o tréfego falso decrescerá mantendo-se, portanto, um nível constante no fluxo de mensagens.

(c) Tendência dirigida

1) Trata-se da montagem de atividade de comunicações (estabelecimento de postos e redes, preparação de mensagens, etc) condizentes com o estabelecimento de um Centro de Comunicações falso. O objetivo é o de dirigir o pensamento inimigo, visando iludi-lo quanto às nossas reais intenções. Ao lado deste falso cenário coexistirá um cenário real no qual o volume e o fluxo do tráfego de comunicações têm de ser rigorosamente controlados. A Dism Elt Mnp só tem efeito se, ao mesmo tempo, outras dissimulações de natureza tática forem também utilizadas, como: movimentos fictícios de tropas, sobrevôos de helicópteros, atividades de infravermelho e radar ou barulho de carros de combate.

2) Os operadores deverão conhecer os tipos e estarem atentos caso a GE inimiga utilize algum tipo de Dism Elt.

## ARTIGO III

## CONTRA-CONTRAMEDIDAS ELETRÔNICAS (CCME)

### 8-7. GENERALIDADES

**a.** As CCME, sejam anti-MEA ou anti-CME, englobam procedimentos e tecnologias que visam a assegurar a utilização efetiva e segura das irradiações eletromagnéticas, a despeito do emprego da GE pelo inimigo, e anular ou reduzir as possibilidades da GE Inimiga.

**b.** As CCME devem ser exaustivamente treinadas e executadas por todos aqueles que se utilizam ou são responsáveis pelo emprego de emissores eletromagnéticos, não sendo responsabilidade exclusiva das unidades de Comunicações e/ou de GE, como às vezes se possa pensar.

## ARTIGO IV

## PROCEDIMENTOS ANTI-MEA

### 8-8. FINALIDADE

**a.** Os procedimentos de CCME anti-MEA objetivam evitar que o inimigo se utilize de nossos sistemas de comunicações como fontes de informações ou, pelo menos, reduzir a eficácia de suas ações neste sentido.

**b.** Tais procedimentos devem estar presentes na fase do planejamento do apoio de comunicações e eletrônica às operações do comando enquadrante e durante o transcurso de toda a operação.

**c.** Os procedimentos de CCME anti-MEA são, fundamentalmente, medidas que procuram impedir que o inimigo intercepte, monitore e registre nossas emissões, bem como localize nossos postos emissores.

## 8-9. SEGURANÇA DAS EMISSÕES

**a.** Compreende-se por segurança das emissões todas as medidas destinadas a impedir que o inimigo obtenha quaisquer informações derivadas de nossas emissões, quer sejam elas intencionais (transmissores rádio, pulsos de radar, instrumentos eletro-ópticos) ou espúrias (emissões infra-vermelhas originárias de motores, geradores e outras emissões não intencionais).

**b.** A partir desta definição, conclui-se que as medidas de segurança das emissões devem estar presentes no planejamento da operação e no desenvolvimento das atividades que impliquem no emprego dos emissores. A consolidação dessas medidas será realizada nas NGA Com Elt, nas I E Com Elt e em outros documentos que estabeleçam procedimentos relativos à utilização de equipamentos emissores.

## 8-10. PLANEJAMENTO DO SISTEMA RÁDIO

**a.** Nesta fase das operações é primordial a mais precisa e detalhada avaliação das possibilidades do inimigo no que diz respeito à GE, além da criteriosa análise das vulnerabilidades do nosso sistema rádio.

**b.** Por intermédio de um planejamento amplo e minucioso, devemos buscar a redução da eficácia da GE inimiga durante o tempo necessário ao exercício das ações de comando e coordenação, indispensáveis à execução das operações, a par da manutenção do mais alto grau de sigilo, de modo a garantir o fator surpresa às nossas forças.

**c.** Pela sua relevância, dentre os diversos aspectos do planejamento do sistema rádio, podemos destacar:

(1) O emprego do sistema rádio;
(2) O controle das emissões eletromagnéticas; e
(3) O desdobramento de nossos meios.

## 8-11. EMPREGO DO SISTEMA RÁDIO

**a.** Cabe ao planejador estabelecer as prioridades, formas e procedimentos para o emprego do sistema rádio, de modo a reduzir sua vulnerabilidade frente à GE inimiga.

**b.** A seguir são ressaltados alguns aspectos que devem ser considerados durante o planejamento do Sistema Rádio :

(1) Valer-se do conhecimento prévio da forma de utilização do espectro eletromagnético pelo inimigo, de modo a distribuir as freqüências o mais próximo possível daquelas utilizadas por ele. Assim procedendo, estaremos procurando reduzir a eficiência das ações de busca, interceptação e localização eletrônica inimigas, uma vez que seus equipamentos de MEA poderão ser interferidos pelas emissões de seus próprios sistemas de comunicações e não-comunicações.

(2) Durante o processo de distribuição de freqüências, procurar atribuir as freqüências mais altas às redes com postos mais próximos à zona de ação inimiga.

(3) Planejar o emprego de antenas direcionais.

(4) Prever mudanças de indicativos, freqüências, operadores, equipamentos e locais dos postos, a serem realizadas sistemática e coordenadamente. Os analistas de GE necessitam de referências para poderem fazer deduções e confirmá-las; se nossos sistemas forem dinâmicos o suficiente para negar-lhes tais referências, sua eficiência e oportunidade serão prejudicadas.

(5) Planejar a utilização de códigos de mensagens preestabelecidas, mensagens pré-formatadas, códigos de operações e outras formas que permitam reduzir, ao mínimo, o tempo destinado às transmissões.

(6) Planejar um rodízio de operação entre os operadores dos postos.

## 8-12. CONTROLE DAS EMISSÕES ELETROMAGNÉTICAS

**a.** A principal finalidade do controle das emissões é reduzir, ao mínimo indispensável, todo e qualquer tipo de emissão eletromagnética que possa servir de fonte de informação para o inimigo.

**b.** O efetivo uso do espectro eletromagnético por nossa Força compreende:

(1) A administração de freqüências;

(2) O estabelecimento de prescrições para uso dos meios de comunicações e eletrônica;

(3) O controle da potência das emissões;

(4) O estabelecimento de regras de exploração que minimizem as emissões;

(5) O controle das emissões não intencionais que denunciem nossos meios.

**c.** Portanto, desde a fase do planejamento do nosso sistema rádio, deve estar presente a mais estrita observância aos princípios do controle das emissões. Listamos, a seguir, alguns procedimentos a serem observados nesse sentido:

(1) Estabelecer prescrições de emprego que preservem as redes mais vulneráveis para os momentos críticos das operações;

(2) Reduzir as transmissões ao mínimo indispensável;

(3) Planejar e estabelecer redes que permitam o emprego da mínima potência necessária para o seu funcionamento e que impeçam a propagação de emissões passíveis de utilização pela GE inimiga;

(4) Observar os cuidados necessários com a disciplina de luzes, ruídos e de outras emissões que denunciem nossas instalações(irradiações infravermelho, instrumentos eletro-ópticos, etc);

(5) Planejar a transmissão de mensagens de modo a manter o seu fluxo o mais balanceado e constante possível.

## 8-13. DESDOBRAMENTO DOS MEIOS RÁDIO

**a.** Os locais a serem escolhidos para os diversos postos-rádio devem proporcionar a confiabilidade necessária ao sistema, ao mesmo tempo que preservam o sigilo das operações, as instalações e o pessoal da atuação inimiga.

**b.** É fundamental que o O Com Elt, durante seu estudo de situação, planeje o emprego do sistema rádio de modo a :

(1) Preservar, ao máximo, a área do PC quanto à sua localização, mediante a instalação das antenas o mais afastado possível, o que poderá ser obtido com a utilização de equipamentos de controle remoto;

(2) Obter o mais eficaz aproveitamento do perfil do terreno para barrar a propagação na direção da Z Aç inimiga. Para tanto, utilizar, sempre que necessário, postos retransmissores;

(3) Paralelizar ao máximo possível os lóbulos de propagação em relação à Z Aç inimiga;

(4) Obter a máxima redução possível das distâncias entre os postos de uma mesma rede.

## 8-14. PROCEDIMENTOS A SEREM ADOTADOS PELOS RADIOPERADORES

Sugere-se, a seguir, uma série de procedimentos a serem observados pelos radioperadores, de modo a preservar nossos sistemas das ações de MEA inimigas.

(1) Instalar seu posto de modo que haja uma massa cobridora entre sua antena e a zona de ação do inimigo.

(2) Conhecer a localização dos demais postos que integram sua rede.

(3) Utilizar antenas direcionais.

(4) Utilizar antena fantasma durante a sintonia de sua estação de rádio.

(5) Observar a prescrição rádio estabelecida.

(6) Manter a tecla do combinado pressionada por intervalos de tempo não superiores a 05 (cinco) segundos, para evitar ser localizado.

(7) Realizar transmissões tão curtas quanto possível, em princípio não mais longas que 20 (vinte) segundos, para evitar ser interceptado.

(8) Transmitir apenas o estritamente necessário, evitando o uso de expressões do tipo “como me recebe”.

(9) Evitar o cotejo.

(10) Permanecer atento ao tráfego de sua rede.

(11) Utilizar-se dos procedimentos de autenticação sempre que suspeitar de intromissões na rede (Anti-CME).

(12) Utilizar-se da retransmissão para dificultar a análise da GE inimiga.

(13) Como PDR, utilizar-se de outros sistemas para suas necessidades de coordenação, de modo a dificultar, para a GE Ini, a identificação da sua função na rede.

(14) Continuar operando mesmo que a intensidade e clareza do sinal estejam aquém do desejável.

(15) Operar com a potência necessária para ser recebido por toda a rede.

**OBSERVAÇÃO:** O procedimento sugerido no número (7) deve ser submetido a atualizações periódicas, de modo a acompanhar a evolução dos equipamentos de GE, que poderão realizar as ações de interceptação e localização eletrônica em tempos menores que estes ora sugeridos.

## ARTIGO V

## PROCEDIMENTOS ANTI-CME

### 8-15. PLANEJAMENTO

**a.** As I E Com Elt devem, além de outras destinações, ser um meio de coordenação dos procedimentos Anti-CME. Sua elaboração deve exigir o máximo de criatividade do O Com Elt. A seguir são relacionados alguns procedimentos que devem ser regulados pela I E Com Elt.

**b. Quanto ao emprego**

(1) Buscando evitar que o inimigo desloque seus meios de interferência para outra ação, o posto-rádio interferido pode prosseguir transmitindo mensagens falsas, enquanto as mensagens reais seguem por outro meio de comunicação ou rota alternativa.

(2) O posto-rádio sob ação de interferência pode solicitar, através de código de mensagens preestabelecidas, o aumento da potência de transmissão do posto-rádio com o qual tem dificuldade de ligação.

(3) Executar os procedimentos de autenticação, quando da suspeita da ação de dissimulação imitativa.

(4) Estabelecer procedimentos que regulem quais mensagens podem ser transmitidas em uma rede-rádio sob ação de dissimulação eletrônica imitativa, de modo a evitar que o inimigo perceba que foi descoberto.

**c. Quanto ao desdobramento dos meios**

(1) O O Com Elt, ao planejar o desdobramento dos meios de comunicações, deve buscar o aproveitamento máximo do terreno a seu favor, quando em combate com a GE inimiga.

(2) Os postos-rádio, principalmente aqueles que servem aos postos de comando e os que estabelecem ligações críticas, devem ter suas localizações cuidadosamente estudadas, de modo a oferecer obstáculos a uma ação de CME.

(3) Um sistema de comunicações planejado com rotas alternativas para a transmissão de mensagens poderá habilitar-nos a continuar operando, apesar dos esforços do inimigo em degradar nossas comunicações.

(4) Quanto ao emprego dos meios disponíveis, é necessário planejar o uso de retransmissores, de modo a reduzir a distância entre os postos-rádio que efetivamente têm que manter ligação.

## 8-16. RECONHECIMENTO DA ATIVIDADE DE CME

**a. Reconhecendo a ação de Dissimulação Eletrônica Imitativa**

(1) Esta ação se caracteriza pela intrusão do inimigo em nossos canais de comunicações, imitando nossas transmissões ou transmitindo falsas ordens e informações.

(2) A autenticação do posto-rádio continua sendo a melhor forma de reconhecer se o posto é amigo ou inimigo.

**b. Reconhecendo a ação de Interferência**

(1) Interferência interna ou externa ao conjunto-rádio - O operador deve aterrar o seu rádio ou desconectar a antena do receptor. Se a interferência for eliminada ou reduzida substancialmente, podemos assumi-la como externa ao conjunto-rádio. Caso contrário, nós a consideramos interna e causada pelo mau funcionamento do rádio.

(2) Interferência intencional ou não-intencional

(a) A interferência não-intencional normalmente percorre pequenas distâncias. Uma busca na área ao redor da antena pode revelar a fonte desta interferência, que pode ser outro equipamento eletrônico, elétrico ou eletromecânico.

(b) Deve-se considerar que as condições atmosféricas exercem grande influência sobre as comunicações.

(c) O operador deve mover a antena receptora por pequenas distâncias. Ocorrendo variações consideráveis na força do sinal interferente, conclui-se que a interferência é não-intencional.

(d) Opostamente, pequenas variações ou variação nenhuma indicam que a interferência é intencional.

(3) Sinal interferente modulado ou não-modulado

(a) O inimigo poderá empregar um sinal interferente de ruído modulado ou um sinal interferente não-modulado.

(b) O primeiro caso é caracterizado por um ruído muito acima do normal captado pelo rádio. Identificar essa interferência é fácil, bastando ao operador desconectar a antena do receptor e verificar se a estática normal retorna. Em caso positivo, está confirmada a possibilidade de uma interferência por ruído modulado.

(c) No segundo caso, sinal interferente não-modulado, a característica maior é a falta de som no receptor interferido. É particularmente perigoso quando empregado contra equipamentos que possuem a tecnologia de “Limitador de Ruído”. Se o LR estiver ligado e o receptor for interferido por um sinal não-modulado, o radioperador apenas pensará que a rede-rádio está inativa, não

reconhecendo a ação do inimigo sobre seu posto. Para identificar a interferência, o operador deverá desligar o LR e desconectar a antena do receptor; se, assim procedendo, a estática normal retornar, estará confirmada a interferência por sinal não-modulado.

(4) Forma de interferência empregada

(a) O operador, percebendo que há descontinuidade da interferência em seu receptor, saberá que está sob a ação de uma interferência de varredura. Caso o sinal interferente seja contínuo, estará sob a ação de uma interferência de ponto.

(b) Ao dessintonizar ligeiramente o receptor poderá ocorrer a permanência ou não do efeito da interferência. No primeiro caso, o operador concluirá que está sendo alvo de uma interferência simultânea; no segundo, que a interferência de ponto é que está sendo empregada.

## 8-17. PROCEDIMENTOS SOB A AÇÃO DE CME

**a. Sob ação de Dissimulação Eletrônica Imitativa**

(1) Nosso radioperador deve estar bem treinado e orientado sobre como reagir neste caso. É importante que o inimigo não perceba que foi descoberto; nossos analistas de GE poderão tirar conclusões valiosas do estudo dessa ação.

(2) Desta forma, o radioperador não deve insistir na solicitação de autenticação. Deve, de imediato, comunicar que houve uma autenticação incorreta de posto-rádio. Mesmo quando a autenticação for correta, mas alguns procedimentos do operador que transmite a mensagem levem a duvidar de sua fidelidade, tal fato deve ser comunicado a tempo aos nossos analistas de GE.

**b. Sob a ação de interferência**

(1) Procedimentos relativos à operação

(a) Quando executa a ação de interferência, o inimigo faz breves intervalos para escutar e avaliar quão efetiva está sendo sua ação. Se o nosso radioperador continuar procedendo com normalidade, como procedia antes de sofrer interferência, o inimigo presumirá que sua ação não está sendo bem sucedida. Se, de outra forma, perceber nosso operador excitado, discutindo, saberá que sua atuação está sendo eficaz.

(b) O operador deve ser treinado para transmitir e receber sob a ação de interferência. Com a prática, ele terá condições de manter as comunicações mesmo em ambiente eletromagnético hostil. A menos que haja ordem em contrário, o operador não deve revelar ao inimigo o efeito de sua ação.

(2) Procedimentos relativos à antena

(a) Mudar a localização da antena com a finalidade de encontrar o que chamamos de “nulos de interferência”, ou seja, locais onde ela não é eficaz. O operador deve mudar lentamente a posição da antena ao redor da área de operação. Durante o deslocamento, deve analisar a provável queda do nível do sinal interferente até encontrar o local em que a operação do seu equipamento seja possível.

(b) Empregar antenas direcionais. O operador deve ter ciência da

direção dos postos-rádio com os quais tem que se ligar e empregar antenas direcionais, como a semi-rômbica ou a fio longo, direcionando-as para a recepção amiga e neutralizando a recepção de sinal oriundo da direção do inimigo.

(c) Alterar a inclinação da antena procurando reduzir a interferência e recuperar o sinal amigo.

(d) Trocar a polarização da antena. A mudança de polarização pode reduzir bastante o efeito do sinal interferente. Tem como inconveniente a necessidade de ser realizada por todas as estações da rede-rádio, de forma a não prejudicar ainda mais a relação sinal/ruído.

(e) Instalar uma antena com maior ganho. A troca da antena empregada por outra que possibilite um maior alcance deve levar em consideração, para que melhore a relação sinal desejado/sinal interferente, a necessidade de antepor um obstáculo na direção do inimigo.

(3) Uso da sintonia fina - Quando o receptor está ligeiramente dessintonizado em relação à freqüência de operação desejada ou quando a operação é veiculada em outra banda ou um pouco fora da freqüência de operação, uma cuidadosa sintonia poderá reduzir os efeitos do sinal interferente.

(4) Controle do BFO - Quando operando em CW, o ajuste do BFO pode reduzir os efeitos de uma interferência. Pela variação do controle BFO, os tons do sinal desejado e do sinal interferente se alteram a ponto de serem facilmente distinguidos.

(5) Emprego de filtro de banda - O uso de filtros para aumentar a seletividade do receptor reduz os efeitos da interferência em outras bandas. Alguns receptores possuem um controle de seleção de largura de faixa; o uso deste controle pode eliminar os efeitos do sinal interferente ou melhorar sensivelmente a recepção do sinal desejado.

(6) Emprego de retransmissores - O posto retransmissor diminui a distância entre os postos-rádio, aumentando o alcance e a potência entre duas ou mais estações, e dificulta o emprego da interferência. Este posto deverá estar localizado o mais próximo possível do posto-rádio que se encontrar mais perto do interferidor.

(7) Emprego da operação em duplex - O posto interferido passa a receber em outra freqüência, com outro equipamento, e continua a transmitir na freqüência que está sendo interferida. As desvantagens dessa atitude se verifica pela necessidade de dobramento de meios e por só ter validade enquanto não for percebida pela GE inimiga.

(8) Aumento da potência do transmissor - Usamos baixa potência buscando evitar que o inimigo intercepte nosso sinal; uma vez que o inimigo já interceptou e está interferindo em nosso receptor, podemos, então, usar nossa potência máxima. Para tanto, o posto-rádio transmissor deverá ser avisado, por outro meio de comunicação ou através código, da necessidade de aumentar sua potência de transmissão.

(9) Mudança para transmissão em CW - Sob determinadas condições de interferência, as transmissões em fonia ou por radioteleimpressor podem ser muito difíceis. Nas mesmas condições, operadores de CW bem treinados conseguem manter as ligações.

(10) Uso de uma rota alternativa de comunicações - Se a ação de interferência está sendo eficaz e impedindo a ligação entre duas estações de rádio, uma terceira que mantenha contato com as anteriores deve ser usada como uma rota alternativa de ligação.

(11) Mudança de freqüência - Se todas as medidas anteriores não surtirem efeito, pode ser determinada a mudança de freqüência de operação da rede-rádio. Com o intuito de mascarar essa mudança, algumas estações deverão permanecer operando na freqüência interferida. Essa é uma ação que precisa ser bem planejada e coordenada. Todos os radioperadores devem saber quando e sob quais circunstâncias deverão trocar de freqüência e indicativo. Se a ação não for executada adequadamente, o inimigo perceberá o que está ocorrendo e tentará degradar nossas comunicações na nova freqüência.

## ARTIGO VI

## LISTA DE VERIFICAÇÕES DE CCME

### 8-18. GENERALIDADES

Estas listas têm por finalidade auxiliar os comandantes de OM, oficiais de Estado-Maior e demais militares diretamente ligados aos trabalhos de comunicações na verificação do grau de operacionalidade das CCME executadas com o intuito de reduzir ao mínimo a eficiência das ações de MEA e CME inimigas sobre nossas comunicações.

### 8-19. LISTA DE VERIFICAÇÕES DE ESTADO-MAIOR

**a.** Os dispositivos das unidades de GE inimigas conhecidas ou suspeitas estão locados em carta?

**b.** As comunicações mais críticas estão providas com meios alternativos?

**c.** Para os enlaces destinados ao comando e controle estão distribuídas freqüências que dificultem uma ação de interferência pelo inimigo?

**d.** As redes-rádio estabelecidas proporcionam o melhor caminho para o sinal?

**e.** Foram estabelecidas rotas alternativas de comunicações principalmente para ligações mais críticas?

**f.** Foi evitada a perpendicularidade do sistema de comunicações em relação à LP/LC ou LAADA?

**g.** O PDR e os demais postos-rádio estão bem adestrados quanto aos procedimentos anti-MEA e anti-CME?

**h.** Todos os militares estão bem instruídos quanto ao uso das **I** E Com Elt?

**i.** Existem instruções das **I** E Com Elt prontas, em reserva e em condições de serem empregadas rapidamente quando requeridas?

**j.** O planejamento considerou o emprego do sistema rádio em substituição aos demais sistemas de comunicações somente nos locais e momentos críticos?

**k.** Os relatórios de interferência e dissimulação eletrônica estão sendo corretamente preenchidos?

**l.** Foram planejadas freqüências mais altas para uso nos equipamentos de VHF próximos à LP/LC ou LAADA?

**m.** O planejamento da operação considerou a possibilidade de perda de alguns enlaces de comunicações?

**n.** As mensagens estão sendo confeccionadas o mais curtas possível?

**o.** As mensagens que serão criptografadas estão sendo confeccionadas com o emprego máximo de abreviaturas?

**p.** As mensagens que serão transmitidas em claro estão sendo confeccionadas com o mínimo necessário de abreviaturas?

**q.** Na redação das mensagens, a classificação dos assuntos sigilosos prevista no RSAS está sendo obedecida?

**r.** Na determinação da precedência da mensagem, está sendo considerado que quanto mais alto o grau de precedência menor será o grau de sigilo possível?

**s.** Foram planejadas mudanças periódicas não regulares dos postos de comando?

**t.** Na escolha do local do PC foram considerados os fatores técnicos relativos às Comunicações?

## 8-20. LISTA DE VERIFICAÇÕES DE COMUNICAÇÕES

**a.** Os dispositivos das unidades de GE inimigas conhecidas ou suspeitas estão locados em carta?

**b.** As comunicações mais críticas estão providas com meios alternativos?

**c.** Para os enlaces destinados ao comando e controle estão distribuídas freqüências que dificultem uma ação de interferência pelo inimigo?

**d.** As redes-rádio estabelecidas proporcionam o melhor caminho para o sinal?

**e.** Foram estabelecidas rotas alternativas de comunicações principalmente para ligações mais críticas?

**f.** Foi evitada a perpendicularidade do sistema de comunicações em relação à LP/LC ou LAADA?

**g.** O PDR e demais postos-rádio estão bem adestrados quanto aos procedimentos anti-MEA e anti-CME?

**h.** Todos militares estão bem instruídos quanto ao uso das I E Com Elt?

**i.** Existem instruções das I E Com Elt prontas em reserva, em condições de serem empregadas rapidamente quando requeridas?

**j.** O planejamento considerou o emprego do sistema rádio em substituição aos demais sistemas de comunicações somente nos locais e momentos críticos?

**k.** Os relatórios de interferência e dissimulação eletrônica estão sendo corretamente preenchidos?

**l.** Foram planejadas freqüências altas para uso nos equipamentos de VHF próximos à LP/LC ou LAADA?

**m.** Os operadores que possuem equipamentos com controle remoto estão adestrados na instalação e operação?

**n.** Os processos de autenticação estão sendo bem empregados?

**o.** O operador sabe utilizar as tecnologias de CCME do seu equipamento?

**p.** Na instalação do seu posto-rádio (sistema de antenas) o operador sabe tirar proveito do terreno, facilitando a propagação do sinal na direção amiga e dificultando-a na direção do inimigo?

**q.** O operador sabe diferenciar as interferências intencionais das não intencionais? Sabe reconhecer os tipos de interferências intencionais?

**r.** O operador sabe como reagir quando sob uma ação de CME?

**s.** O operador está adestrado para operar apesar das condições ruins de clareza e intensidade do sinal?

**t.** A distribuição dos postos-rádio no terreno está descaracterizando a localização dos PC?

**u.** Foi planejado um rodízio, tanto de equipamentos quanto de operadores, buscando evitar a associação destes com determinada OM pelo inimigo?

**v.** Quando necessita corrigir procedimentos de exploração rádio o PDR está empregando outros meios de comunicações no contato com os postos da rede, de modo a não ser identificado pela MEA inimiga?

# CAPÍTULO 9

# MANUTENÇÃO

## ARTIGO I

## CATEGORIA E ESCALÕES DE MANUTENÇÃO

### 9-1. GENERALIDADES

Tendo em vista possibilitar a organização do sistema de manutenção, facilitar a atribuição de responsabilidades aos comandos e permitir a distribuição ordenada e eficiente dos recursos disponíveis, as atividades de manutenção são agrupadas em categorias e escalões.

### 9-2. CATEGORIA DE MANUTENÇÃO

**a.** Categoria de manutenção é o grau ou amplitude de responsabilidade atribuído a um comando, visando à execução de determinadas atividades de manutenção.

**b.** As categorias de manutenção são três, a saber:
(1) Orgânica;
(2) De campanha;
(3) De retaguarda.

**c.** A manutenção orgânica é a categoria que compreende todas as atividades realizadas pelas organizações militares visando manter seus equipamentos nas melhores condições possíveis de apresentação, conservação e emprego, desde o momento de seu recebimento. É responsabilidade do comandante e compreende a manutenção realizada pelo operador e a realizada pelas oficinas orgânicas.

**d.** A manutenção de campanha é a categoria que compreende todas as atividades realizadas por unidades de manutenção subordinadas às grandes unidades operacionais ou grandes comandos logísticos. A manutenção é realizada em instalações móveis ou fixas.

**e.** A manutenção de retaguarda compreende as atividades realizadas por organizações fixas de manutenção, altamente especializadas e dotadas de equipamentos sofisticados e volumosos. Apoia as demais categorias de manutenção, especialmente a de campanha, e as atividades de suprimento, por meio da recuperação do material para retorno aos estoques.

9-3. ESCALÕES DE MANUTENÇÃO

**a.** Escalão de manutenção é o grau ou amplitude de trabalho caracterizado por reunir tarefas que têm em comum o grau de especialização do pessoal executante, documentação e equipamentos de teste e a qualidade de sobressalentes utilizados.

**b.** São cinco os escalões de manutenção:

(1) 1º escalão, que indica as operações de manutenção mais simples, realizadas pelo próprio operador do equipamento;

(2) 2º escalão, atividades de manutenção realizadas nas oficinas de manutenção das próprias unidades. Consiste, normalmente, em reparações simples;

(3) 3º escalão, operações de manutenção realizadas pelas organizações de manutenção de apoio direto. Consiste na manutenção de uma certa complexidade para os respectivos detentores do material;

(4) 4º escalão, que indica as operações de manutenção normalmente realizadas pelas organizações de manutenção de apoio ao conjunto, consistindo em operações de manutenção mais complexas, que dependem de equipamentos especializados, de artigos que deverão retornar aos canais de suprimento;

(5) 5º escalão, que indica as operações realizadas pelas organizações de manutenção de retaguarda, consistindo, normalmente, de reposição e recuperação de conjuntos e equipamentos, incluindo a fabricação de itens para inclusão na cadeia de suprimento ou destinação específica.

## ARTIGO II

## MANUTENÇÃO PREVENTIVA

9-4. GENERALIDADES

**a.** A manutenção preventiva compreende o cuidado sistemático, inspeção e assistência técnica do material, de forma a mantê-lo em condições de funcionamento e evitar falhas e avarias. É realizada pelos radioperadores e pelo pessoal da manutenção orgânica.

**b.** Os radioperadores, altamente treinados nas técnicas de operação, realizam unicamente as operações simples de manutenção de rotina, que normalmente podem ser realizadas por pessoal com conhecimentos técnicos limitados. Os manuais técnicos correspondentes aos equipamentos em uso contêm uma lista de verificação de operações, que compreendem todas as medidas a serem tomadas neste tipo de manutenção.

**c.** O pessoal da manutenção orgânica proporciona apoio de reforço à manutenção do operador e é responsável pela manutenção orgânica que, além de conhecimentos, exige treinamento técnico especializado. Cada manual técnico apropriado contém uma lista de verificação de desempenho do equipamento, bem como outras informações relativas à manutenção orgânica do mesmo.

## 9-5. RESPONSABILIDADE

Os comandantes das unidades são responsáveis pelo comportamento do pessoal sob seu comando no que diz respeito ao cumprimento das normas e instruções que tratam da manutenção preventiva, bem como da elaboração e registro dos relatórios de manutenção.

## 9-6. SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

**a. Manutenção diária** - Todos os radioperadores devem efetuar estes serviços de manutenção preventiva cada dia em que o equipamento é operado. O equipamento deve ser inspecionado e reparado de acordo com as normas contidas no manual técnico correspondente. Todas as deficiências ou defeitos não corrigidos pelo operador, bem como os corrigidos mediante substituição de peças, devem ser registrados na ficha apropriada.

**b. Manutenção periódica** - Estas inspeções e serviços serão prescritos nos manuais técnicos correspondentes e devem ser realizados pelo pessoal da manutenção orgânica. No dia e hora estabelecidos, este pessoal inspecionará sistematicamente o equipamento e efetuará os serviços de manutenção de sua alçada. Todas as deficiências e defeitos, bem como a ação corretiva aplicada a cada um deles, deverão ser registrados. Quando for necessário efetuar reparações em um escalão superior de manutenção, deverá ser preparada a documentação correspondente, que será encaminhada, junto com o material, à unidade de manutenção envolvida.

## 9-7. PERIGO E PRECAUÇÕES CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

**a. Generalidades** - A operação de conjuntos-rádio pode requerer o emprego de corrente elétrica de alta tensão. Os radioperadores devem, portanto, conhecer bem o manual técnico relativo ao equipamento a ser utilizado, antes de iniciar a operação do mesmo.

**ADVERTÊNCIA** - A não observância das normas de segurança pelos radioperadores e pelo pessoal da manutenção pode resultar em MORTE POR CONTATO.

**b. Precauções -** Os conjuntos-rádio que utilizam alta tensão exigem do operador a observância das seguintes precauções:

(1) Ter cuidado ao ligar a alta tensão ou conexão de força;

(2) Evitar o contato com linhas de transmissão e antenas em que existam tensões de radiofreqüência;

(3) Certificar-se de que o aparelho está desligado da fonte de alimentação e de que foram descarregados os capacitores de alta tensão, antes de mexer no interior do aparelho; e

(4) Verificar, nos manuais correspondentes, quais são os pontos onde há tensões elevadas.

## ARTIGO III

## MANUTENÇÃO PELO RADIOPERADOR

### 9-8. TREINAMENTO

A manutenção do equipamento-rádio e de seus acessórios tem importância suficiente para justificar o treinamento de todos os radioperadores em alguns procedimentos simples de manutenção, bem como na comunicação das deficiências e defeitos que não estejam autorizados a corrigir. Este treinamento deve ser administrado em conjunto com o dos procedimentos operacionais, devendo ser completamente assimilado por todos os radioperadores. Os procedimentos autorizados de manutenção, a serem obedecidos pelos radioperadores, devem ser ensinados como fazendo parte das normas de operação.

### 9-9. FASES DA MANUTENÇÃO PELO RADIOPERADOR

**a. Manutenção antes da operação -** Verificações da condição física do equipamento.

**b. Manutenção durante a operação -** Verificação constante do desempenho do aparelho e observação de anormalidades no seu funcionamento.

**c. Manutenção após a operação -** Avaliação do desempenho do aparelho, de forma a garantir seu funcionamento futuro.

### 9-10. MANUTENÇÃO ANTES DA OPERAÇÃO

Antes de iniciar a operação com qualquer conjunto-rádio, o operador deve fazer as verificações discriminadas a seguir, que podem variar de acordo com a complexidade do equipamento.

**a.** Observar os fios e conectores, certificando-se de que:

(1) Todos os conectores estão em boas condições de uso e firmemente assentados em seus lugares.

(2) Todos os cabos estão em boas condições, limpos, secos e colocados de forma a não serem danificados.

(3) Qualquer graxa, óleo, umidade ou outras matérias estranhas dos cabos e conexões foram retiradas com um pano.

(4) Os cabos não estão esticados, não têm nós nem dobras (especialmente perto das conexões), não estão tensos contra as bordas ou cantos das caixas do equipamento, não sofrem pressão de objetos colocados em cima deles ou neles apoiados, nem estão expostos a calor excessivo.

**b.** Verificar os controles, chaves e botões, observando se:

(1) Os interruptores e controles podem ser acionados sem dificuldade.

(2) Os botões estão firmemente assentados nos eixos dos interruptores e controles correspondentes.

(3) Os botões indicadores estão colocados em seus eixos com as marcas apontando exatamente para as posições corretas.

(4) Os interruptores e controles param em seus batentes, excetuando-se os dispositivos de rotação contínua.

(5) Os botões que faltarem, quando houver sobressalentes, podem ser substituídos.

(6) As chaves e interruptores de pressão engatam quando são apertados, voltam rapidamente quando soltos e ficam travados quando devem.

(7) As inscrições e etiquetas do equipamento são claramente legíveis.

(8) Existe graxa, óleo, umidade ou outras matérias estranhas nos controles e nas áreas em volta deles, especialmente nos encaixes dos interruptores e chaves de pressão.

**c.** Inspecionar os registros, mostradores e limitadores, verificando:

(1) Os registros e mostradores, certificando-se de que todos os ponteiros estão intactos e movimentam-se de forma adequada; verificar o movimento dos ponteiros, quando o aparelho é ligado ou quando as mudanças ocorridas durante a operação do mesmo afetam as indicações dos registros.

(2) Os vidros de todos os mostradores e registros, observando se não estão rachados ou soltos.

(3) Os vidros das janelas das lâmpadas-piloto e de iluminação, certificando-se de que não estão rachados ou soltos.

(4) A possível existência de umidade no interior dos vidros dos mostradores ou das lâmpadas; isso indica que o equipamento esta mal vedado ou mal arejado.

(5) Se os vidros dos mostradores não estão descoloridos; remover a graxa, óleo ou umidade que possa haver na superfície externa dos vidros; consultar os métodos de limpeza contidos no manual do equipamento correspondente.

(6) Se as marcações das superfícies dos mostradores não estão desbotadas.

(7) Se os ponteiros dos mostradores estão na posição correta, antes de ligar a fonte de energia.

(8) Se os controles de medição e as chaves seletoras se encontram em suas devidas posições, antes de ligar o aparelho.

(9) Se os parafusos de montagem dos mostradores e indicadores estão devidamente apertados em seus lugares respectivos.

**d.** Conferir as caixas, tampas e acessórios, certificando-se de que:

(1) Os fechos, trincos, punhos, correias e fivelas das caixas e tampas do aparelho estão em boas condições.

(2) O exterior das caixas e tampas metálicas estão em boas condições e devidamente apertadas em seus lugares.

(3) Todos os acessórios estejam íntegros e limpos.

(4) Os fones, microfones, alto-falantes e interruptores estão em boas condições e livres de sujeira, umidade ou quaisquer outras matérias estranhas.

(5) Os cordões, fios e conectores estão em boas condições de uso, sem apresentar lugares quebrados ou descascados, corrosão, dobras, nós ou isoladores danificados.

(6) Todos os acessórios que não vão ser utilizados estão devidamente guardados e disponíveis para quando forem necessários.

**e. Registrar, na ficha adequada, todas as deficiências observadas nas inspeções -** Dado que o operador tem ordens para inspecionar muitas peças e partes, cujos defeitos não está autorizado a corrigir, deve registrar esses defeitos para que o pessoal autorizado da manutenção tome as providências necessárias. Por sua parte, o radioperador também deverá tomar as medidas correspondentes, para garantir que o aparelho seja convenientemente reparado, de forma a mantê-lo em condições de operação.

## 9-11. MANUTENÇÃO DURANTE A OPERAÇÃO

Todos os radioperadores devem ser treinados na observação do funcionamento e desempenho de seus aparelhos. Devem prestar particular atenção a todas as anormalidades que ocorram durante a operação do equipamento e investigar imediatamente as causas. Para isso, o radioperador deve seguir as instruções contidas nos subparágrafos abaixo:

(1) Utilizar a lista de verificação do manual correspondente ao equipamento utilizado. Estas verificações devem ser iniciadas tão logo o aparelho esteja pronto para ser operado.

(2) Conferir o desempenho do equipamento mediante ajustagens específicas dos controles; anotar os resultados. Consultar o manual do equipamento, para fazer estas ajustagens. Se os resultados não forem normais, investigar a causa, ou causas. Quando o operador não estiver autorizado para corrigir ou reparar algum dos defeitos observados, deve registrar o(s) defeito(s) e comunicar as condições do equipamento ao pessoal encarregado da manutenção orgânica.

(3) Verificar os dispositivos de medição e certificar-se de que estão funcionando adequadamente.

(4) Observar os indicadores de freqüência, caso haja, para garantir a operação na freqüência adequada.

(5) Verificar o medidor de modulação, caso haja, e observar se há mudanças anormais do indicador.

(6) Registrar as deficiências e defeitos observados e comunicá-los ao pessoal da manutenção orgânica, de forma a poderem ser corrigidos tão logo quanto possível.

9-12. MANUTENÇÃO APÓS A OPERAÇÃO

Esta manutenção deve ser iniciada imediatamente após o desligamento do aparelho. Nesta fase da manutenção o operador deve seguir as instruções contidas nos subparágrafos que se seguem:

(1) Desligar o equipamento e efetuar novamente as verificações relativas à manutenção antes da operação, descritas no parágrafo 9-10. Registrar quaisquer deficiências ou defeitos na ficha de manutenção.

(2) Certificar-se de que todas as partes estão devidamente lubrificadas.

(3) Limpar e deixar em condições de uso todos os componentes.

(4) Limpar, verificar e acondicionar todos os cabos, cordões, fios, componentes menores e acessórios.

(5) Colocar em seus lugares as tampas de proteção.

(6) Colocar o equipamento no lugar adequado.

(7) Comunicar ao pessoal da manutenção orgânica todas as deficiências e defeitos observados e não corrigidos.

## ARTIGO IV

## MANUTENÇÃO ORGÂNICA

9-13. GENERALIDADES

A manutenção orgânica deve ser realizada por pessoal treinado nas técnicas requeridas que tenha demonstrado sua competência após o treinamento e que esteja devidamente autorizado para realizar os serviços correspondentes a este escalão de manutenção. Deve observar-se que manutenção pelo radioperador e manutenção orgânica são simples termos; eles não implicam que um operador treinado e experiente não possa ser autorizado a efetuar certos serviços de manutenção orgânica. Esses termos são normalmente admitidos como indicação dos níveis de competência que devem ser demonstrados, para qualificar o pessoal que realiza esses serviços. A finalidade real da manutenção orgânica de qualquer conjunto-rádio pode ser determinada consultando o manual do equipamento correspondente.

9-14. INSPEÇÃO VISUAL

Antes de iniciar qualquer operação com um conjunto-rádio que não esteja funcionando normalmente, o pessoal da manutenção orgânica deve efetuar uma inspeção visual, procurando achar os defeitos. Isto, geralmente, economiza tempo e pode evitar maiores danos ao aparelho. As falhas de muitos equipamentos podem ser devidas a um ou mais dos defeitos seguintes:

(1) Má conexão com a fonte de alimentação;
(2) Cabos ou peças partidos, gastos ou desligados;
(3) Alimentador da antena mal ligado;
(4) Cabos defeituosos ou desligados;
(5) Fiação interna solta ou partida;
(6) Contatos das chaves ou interruptores sujos ou quebrados.

## 9-15. LISTA DE VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DO EQUIPAMENTO

A maior parte dos manuais dos equipamentos contêm uma lista de verificação de desempenho, que estabelece a sistemática da técnica adequada de manutenção. Esta lista é mais pormenorizada que a de verificação pelo radioperador e mais técnica em seu conteúdo, sendo utilizada para localizar defeitos do chassis ou dos componentes facilmente substituíveis. A lista de verificação de desempenho do equipamento deve ser utilizada em conjunto com a de verificação de operações, para verificar a correção dos relatórios do radioperador, comunicando os defeitos ou deficiências, bem como para proceder à depanagem do equipamento.

**ANEXO A**

**MATERIAL DE COMUNICAÇÕES**

**CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL**

A-1. INTRODUÇÃO

Este anexo apresenta as características principais e gerais referentes a meios de comunicações em uso no Exército Brasileiro.

A-2. FAIXAS DE FREQUÊNCIA

| SIGLA | FAIXA DE FREQUÊNCIA |
|---|---|
| Muito baixa freqüência (ULF) | 3 a 30 KHz |
| Baixa freqüência (LF) | 30 a 300 KHz |
| Média freqüência (MF) | 300 a 3.000 KHz |
| Alta freqüência (HF) | 3 a 30 MHz |
| Muito alta freqüência (VHF) | 30 a 300 MHz |
| Ultra alta freqüência (UHF) | 300 a 3.000 MHz |
| Super alta freqüência (SHF) | 3 a 30 GHz |
| Extrema alta freqüência (EHF) | 30 a 300 GHz |

## A-3. CARACTERÍSTICAS DAS FAIXAS DE FREQUÊNCIA

Cada faixa de freqüência apresenta certas características de transmissão, cuja exatidão depende da propagação, da potência de saída do transmissor e de outros fatores variáveis. Os dados da tabela abaixo são aproximados e para uso em condições normais de exploração.

| FAIXA | ALCANCE | | POTÊNCIA |
|---|---|---|---|
| | TERRESTRE (km) | ESPACIAL (km) | (EM QUILOWATTS) |
| LF | 0 a 1609 | 835 a 12.872 | Maior que 50 |
| MF | 0 a 161 | 161 a 2.415 | De 0,5 a 50** |
| HF | 0 a 83 | 161 a 12.872 | De 0,5 a 5 |
| VHF | 0 a 48 | 83 a 241* | 0,5 no máximo |
| UHF | 0 a 83 | - | 0,5 no máximo |
| **Obs: -** * A difusão troposférica ou ionosférica atinge esta distância<br>** A difusão troposférica ou ionosférica requer esta potência | | | |

## A-4. TIPOS DE EMISSÃO

**a. Indicadores do tipo de emissão -** Para uma completa designação da emissão necessitamos sempre de 9(nove) caracteres alfanuméricos. Os quatro primeiros representam a largura de faixa necessária, os três seguintes as características básicas e os dois últimos as características adicionais facultativas.

**b. Largura de faixa necessária**

(1) Definição - Para uma dada classe de emissão, é o valor mínimo de largura de faixa ocupada pela emissão, suficiente para garantir a transmissão da informação com a velocidade e com a qualidade requeridas para o sistema empregado.

(2) Expressão da largura de faixa

(a) A largura de faixa será sempre expressa por meio de três algarimos, que indicam os três primeiros algarismos significativos de largura de faixa necessária, e uma letra, que ocupa a posição da vírgula decimal e

representa a unidade de largura de faixa, será H para Hertz, K para Kilohertz, M para Megahertz ou G para Gigahertz.

- entre 0,001 e 999 Hz expressa em Hz (Letra H)
- entre 1 e 999 KHz será expressa em KHz (Letra K)
- entre 1 e 999 MHz será expressa em MHz (Letra M)
- entre 1 e 999 GHz será expressa em GHz (Letra G)

(b) A Tabela I fornece alguns exemplos de expressões de largura de faixa necessárias de acordo com o acima exposto.

**TABELA I**

| LARGURA DE FAIXA | EXPRESSÕES |
|---|---|
| 0,002 Hz | H002 |
| 0,1 Hz | H100 |
| 25,3 Hz | 25H3 |
| 400 Hz | 400H |
| 2,4 KHz | 2K40 |
| 6 KHz | 6K00 |
| 12,5 KHz | 12K5 |
| 180,4 KHz | 180K |
| 180,5 KHz | 181K |
| 180,7 KHz | 181K |
| 1,25 MHz | 1M25 |
| 2 MHz | 2M00 |
| 10 MHz | 10M0 |
| 16,32 MHz | 16M3 |
| 202 MHz | 202M |
| 5,65 GHz | 5G65 |
| **Obs: -** Não é permitido o uso do algarismo zero ou de uma das letras K, M ou G na primeira posição. | |

**Exemplo** - A largura de faixa para uma emissão de radiotelefonia em FLU, em 2,7 KHz, será expressa por:

| 2 | **K** | 7 | 0 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**c. Características básicas**

As características básicas de uma emissão de rádio são descritas por três símbolos:

1 - Primeiro símbolo - tipo de modulação da portadora principal;

2 - Segundo símbolo - natureza do(s) sinal(is) que modulam a portadora principal;

3 - Terceiro símbolo - tipo de informação a ser transmitida.

**OBSERVAÇÃO:** A modulação pode não ser levada em conta se for utilizada apenas por curtos períodos e de maneira casual (tais como para identificação ou chamada) sempre que não aumente a largura de faixa necessária indicada.

| **Primeiro Símbolo**<br>**Tipo de Modulação da Portadora Principal** | **Símbolo** |
|---|---|
| 1 - Emissão de uma portadora não modulada. | **N** |
| 2 - Emissão na qual a portadora está modulada em amplitude (incluídos os casos em que as subportadoras tenham modulação angular). | |
| 2.1 - Faixa lateral dupla. | **A** |
| 2.2 - Faixa lateral única, portadora completa. | **H** |
| 2.3 - Faixa lateral única, portadora reduzida ou de nível variável. | **R** |
| 2.4 - Faixa lateral única, portadora suprimida. | **J** |
| 2.5 - Faixas laterais independendes. | **B** |
| 2.6 - Faixa lateral residual ou vestigial. | **C** |
| 3 - Emissão na qual a portadora principal tem modulação angular. | |
| 3.1 - Modulação de freqüência. | **F** |
| 3.2 - Modulação de fase. | **G** |
| 4 - Emissão na qual a portadora principal pode ter modulação de amplitude e modulação angular simultaneamente, ou segundo uma seqüência preestabelecida. | **D** |
| 5 - Emissão de pulos. | |
| 5.1 - Seqüência de pulsos não modulados. | **P** |
| 5.2 - Seqüência de pulsos. | |

| | |
|---|---|
| 5.2.1 - Modulada em amplitude. | **K** |
| 5.2.2 - Modulada em largura/duração. | **L** |
| 5.2.3 - Modulados em posição/fase. | **M** |
| 5.2.4 - Na qual a portadora é modulada em ângulo durante o período de pulso. | **Q** |
| 5.2.5 - Consistindo de uma combinação das técnicas precedentes produzida por outros meios. | **V** |
| 6 - Casos não abordados acima, em que uma emissão consiste da portadora principal modulada, simultaneamente ou segundo uma seqüência previamente estabelecida, numa combinação de dois ou mais seguintes modos: amplitude, ângulo ou pulso. | **W** |
| 7 - Casos não previstos. | **X** |

**Obs:** - As emissões cuja portadora principal está diretamente modulada por um sinal codificado em forma quantificada (por exemplo, modulação por pulsos codificados) devem ser denominadas de acordo com os itens 2 ou 3.

| **Segundo Símbolo**<br>**Natureza do(s) Sinal(ais) que Modula(em) a Portadora Principal** | **Símbolo** |
|---|---|
| 1 - Ausência de sinal modulador. | **0** |
| 2 - Um só canal com informação quantificada ou digital sem utilizar subportadora modulada.<br>Obs: exclui-se a multiplexação por distribuição no tempo. | **1** |
| 3 - Um só canal com informação quantificada ou digital com subportadora modulada. | **2** |
| 4 - Um só canal com informação analógica. | **3** |
| 5 - Dois ou mais canais com informação quantificada ou digital. | **7** |
| 6 - Dois ou mais canais com informação analógica. | **8** |
| 7 - Sistema composto, com um ou mais canais com informação quantificada ou digital, junto com um ou mais canais com informação analógica. | **9** |
| 8 - Casos não previstos. | **X** |

| Terceiro Símbolo<br>Tipo de Informação a ser Transmitida | Símbolo |
|---|---|
| 1 - Ausência de informação transmitida. | **N** |
| 2 - Telegrafia (para recepção acústica). | **A** |
| 3 - Telegrafia (para recepção automática). | **B** |
| 4 - Fac-símile. | **C** |
| 5 - Transmissão de dados, telemedida, telecomando. | **D** |
| 6 - Telefonia (incluída a radiodifusão sonora). | **E** |
| 7 - Televisão (vídeo). | **F** |
| 8 - Combinação dos procedimentos anteriores. | **W** |
| 9 - Casos não previstos. | **X** |
| **Obs:** - Neste caso a palavra informação não inclui informação de natureza constante e invariável, como a que proporciona emissões de freqüência padrão, radares de onda contínua ou de pulso, etc. | |

**Exemplo** - Voltando ao exemplo anterior, uma emissão de telefonia em SSB, tendo um só canal com informação analógica e com a portadora suprimida, será simbolizado por:

**d. Características adicionais facultativas**

(1) Para descrição mais completa de uma emissão são previstas duas características facultativas, as quais são expressas pelos quarto e quinto símbolos.

(2) Quando não se utiliza o quarto ou quinto símbolo, convém indicar isto mediante um traço no lugar em que cada símbolo apareceria.

| Quarto Símbolo<br>Detalhes do(s) Sinal(ais) | Símbolo |
|---|---|
| 1 - Código de duas condições com elementos que diferem em número e/ou duração. | A |
| 2 - Código de duas condições com o número de duração sem correção de erros. | B |
| 3 - Código de duas condições com o mesmo número e duração com correção de erros. | C |
| 4 - Código de quatro condições, em que cada condição representa um elemento de sinal (de um ou mais bits). | D |
| 5 - Código de múltiplas condições, em que cada uma representa um elemento de sinal (de um ou mais bits). | E |
| 6 - Código de múltiplas condições, em que cada uma, ou cada combinação das mesmas, representa um caracter. | F |
| 7 - Som de qualidade da radiodifusão (monofônico). | G |
| 8 - Som de qualidade de radiodifusão (estereofônico quadrifônico). | H |
| 9 - Som de qualidade comercial (excluindo as categorias dos itens 10 e 11). | J |
| 10 - Som de qualidade comercial com utilização de inversão de freqüência de divisão de faixa. | K |
| 11 - Som de qualidade comercial com sinais separados modulados em freqüência para controlar o nível de sinal demodulado. | L |
| 12 - Sinal de branco e preto. | M |
| 13 - Sinal de cor. | N |
| 14 - Combinação dos casos anteriores. | W |
| 15 - Casos não previstos. | X |

| Quinto Símbolo<br>Natureza da Multiplexação | Símbolo |
|---|---|
| 1 - Ausência de multiplexação. | N |
| 2 - Multiplexação por distribuição de código (inclui as técnicas de expansão da largura de faixa). | C |
| 3 - Multiplexação por distribuição de freqüência. | F |
| 4 - Multiplexação por distribuição no tempo. | T |
| 5 - Combinação de multiplexação por distribuição de freqüência com multiplexação por distribuição no tempo. | W |
| 6 - Outros tipos de multiplexação. | X |

Exemplo - A mesma emissão dos exemplos anteriores, utilizando som de qualidade comercial e sem multiplexação, terá a seguinte expressão:

| 2 | K | 7 | 0 | J | 3 | E | J | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Exemplos de designações de emissões típicas

| Tipo de Modulação da portadora principal | Tipo de emissão | Características Suplementares | Símbolo |
|---|---|---|---|
| Modulação em amplitude. | Ausência de toda modulação. | | M0N |
| | Telegrafia sem modulação (modulação por interrupção da portadora). | | A1A |
| | Telegrafia com manipilação por interrupção de uma ou mais audiofreqüências de mo- dulação em amplitude ou com manipulação por interrupção de emissão modulada (caso particular: emissão não manipulada, modu- lada em amplitude). | | A2A (recepçã acústica) |
| | Telefonia. | - Faixa lateral dupla.<br>- Faixa lateral única c/portadora reduzida.<br>- Faixa lateral única com portadora supri- mida.<br>- Duas faixas laterais independentes. | A3E<br>R3E<br>J3E<br>B8E |
| | Fac-símile (com modulação da portadora principal, diretamente ou por subportadora modulada em freqüência). | | A3C |
| | Televisão. | - Faixa lateral única c/portadora reduzida.<br>- Faixa lateral residual ou vestigial. | R3C<br>C3F |
| Modulação em amplitude. | Telegrafia multicanal por freqüência de voz.<br>Casos não previstos anteriormente (exem- plo: combinação telefônia e telegráfica). | - Faixa lateral única c/portadora reduzida.<br>- Duas faixas laterais independentes. | R7B<br>B8W |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modulação em freqüência (ou em fase). | Telegrafia com manipulação por desloca- mento de freqüência s/modulação ou por audiofreqüência, na qual se emite sempre uma das duas freqüências. | | F2A (recepçã acústica) |
| | Telegrafia com manipulação por interrupção de uma audiofreqüência modulada em freqüência ou com manipulação por interrupção da emissão da portadora modulada em freqüência (caso particular: emissão contínua da portadora modulada em freqüência). | | F2A (recepçã acústica) |
| | Telefonia. | | F3E |
| | Fac-símile por modulação direta na fre- qüência da portadora. | | F3C |

## A-5. PADRONIZAÇÃO DO MATERIAL DE COMUNICAÇÕES

| PADRÃO | SIGNIFICADO |
|---|---|
| A | Os mais eficientes, corretamente empregados no Exército. |
| B | Os que, embora não sejam tão eficientes quanto os do padrão A, são normal- mente distribuídos e usados. |
| C | Aqueles cujo suprimento só será efetuado enquanto não houver disponibilidade de outro de padrão superior. |
| X | Em fase de estudos, fabricação, aquisição ou experimentação na tropa. |

## A-6. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À INSTALAÇÃO E TRANSPORTE

| EQUIPAMENTO | CONCEITO |
|---|---|
| Ultra portátil | Equipamento compacto com as mínimas dimensões possíveis. Pode ser conduzido por um só homem e opera em movimento. |
| Portátil | Equipamento compacto, com dimensões maiores que o anterior. Pode ser conduzido por um só homem e opera mesmo em movimento. |
| Móveis | Próprios para serem instalados em veículos cuja missão principal não é a de conduzir esses equipamentos. |
| Veiculares | Próprios para serem instalados em veículos cuja missão principal é a de conduzir esses equipamentos. |
| Transportáveis | Para serem movimentados carecem de veículos de carga. Não operam em movimento. |
| Fixos | Equipamentos para instalação terrestre permanentes ou semi-permanentes. |
| Gerais | Possuem duas ou mais possibilidades de instalação, mediante fornecimento de equipamento auxiliar apropriado. |

## A-7. MATERIAL RÁDIO

| GRUPOS | CARACTERÍSTICAS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Freqüên-cia | Emissã | Potência (W) | | Alcanc (km) | Versão (1) | Emprego | Obs (2) |
| 1 | 30 a 75 MHZ | Fonia (VHF-FM) | 0,25 | | 1,5 | Ultra portátil | - Pequenas Frações | 1 |
| 2 | | | 1,5 a 2,0 | | 8 | 2P 2V 2B | - Subunidade | 2 3 |
| 3 | | | 7 a 30 | | 16 | 3V 3B 3DV 3DB | - Ligação Inf, Bld e Art.<br>- SU e U<br>- Bda e DE | 3 |
| 2+3 | | | A 1,5 a 2,0 | B 7 a 30 | 8 a 16 | (2+3) V (2+3) B | - Ligação Inf, Bld e Art.<br>- SU e U<br>- Bda e DE | 3 |
| 4 | 2 a 18 MHz | Fonia e CW | SSB 15 a 4 | AM 4 a 1 | 25 a 50 | 4P 4V | - SU<br>- U | 2 3 |
| 5 | | | SSB 110 15 4 | AM 25 4 1 | 8 a 120 | 5V | - Bda e superiores | 4 |
| 6 | | | 400 | 400 | | | | |
| Versão Mista VHF-FM/ HF-FLS | | | | | | 3DB+4 (2+3)+4 (2+3)+5 | Instalação nos carros Bld PC/Com de U Bld ou Mec | |
| 7 | Componente do conjunto multicanal rádio. Suas características estão arroladas em portaria referente ao material MCR do SISCAM. | | | | | | | |
| 8 | Equipamento destinado a efetuar a ligação entre tropas terrestres e aeronaves em vôo. | | | | | | | |
| 9 | Equipamento não enquadrado nas categorias anteriores. Destinados para as OM de selva. | | | | | | | |

Legenda
(1) Signicado das letras:
P - portátil;
V - veicular;
B - veicular para blindados;
C - dupla versão.

(2) Os números indicam a fonte de alimentação e em que tipo de viatura é instalado o equipamento, se for o caso:

1 - baterias EB 11-BA42;

2 - baterias recarregáveis ou EB 11-BA30;

3 - bateria veicular, Vtr ¼ ou ¾ Ton, 12 ou 24 VCC;

4 - 110/220 VCA; bateria veicular, Vtr ¾ Ton, 24 VCC.

# ANEXO B

## COMPRIMENTOS DE ANTENA DE MEIA ONDA

### B-1. FÓRMULA

O comprimento físico de uma antena de meia onda pode ser calculado mediante a fórmula:

$$\mathbf{L\ (metros) = \frac{145}{f}}$$

em que **L** é o comprimento físico real e **f** a freqüência de operação, dada em megahertz. Esta fórmula não é aplicável a antenas superiores a meio comprimento de onda.

### B-2. TABELA

A tabela abaixo dá o comprimento, em metros, para as antenas de meio onda, alimentadas na extremidade ou de alimentação central. É calculada em intervalos de um megahertz, desde 1 MHz até 76 MHz. A fórmula dada no parágrafo anterior pode ser usada para freqüências intermediárias.

| COMPRIMENTOS DAS ANTENAS DE MEIA ONDA | | |
|---|---|---|
| Freqüência de operação (MHz) | Antenas alimentadas na extremidade (metros) | Antenas de alimentação cent (valor para cada lado d isolador, em metros) |
| 1 | 142,64 | 71,32 |
| 2 | 71,32 | 35,66 |
| 3 | 47,54 | 23,77 |
| 4 | 35,66 | 17,83 |

| COMPRIMENTOS DAS ANTENAS DE MEIA ONDA (continuação) | | |
|---|---|---|
| Freqüência de operação (MHz) | Antenas alimentadas na extremidade (metros) | Antenas de alimentação centra (valor para cada lado do isolador, em metros) |
| 5 | 28,52 | 14,26 |
| 6 | 23,77 | 11,88 |
| 7 | 20,56 | 10,28 |
| 8 | 17,83 | 8,91 |
| 9 | 15,85 | 7,92 |
| 10 | 14,26 | 7,13 |
| 11 | 12,95 | 6,47 |
| 12 | 11,88 | 5,94 |
| 13 | 10,97 | 5,49 |
| 14 | 10,18 | 5,09 |
| 15 | 9,51 | 4,75 |
| 16 | 8,90 | 4,45 |
| 17 | 8,38 | 4,19 |
| 18 | 7,92 | 3,96 |
| 19 | 7,50 | 3,75 |
| 20 | 7,13 | 3,57 |
| 21 | 6,79 | 3,40 |
| 22 | 6,49 | 3,25 |
| 23 | 6,18 | 3,09 |
| 24 | 5,94 | 2,97 |
| 25 | 5,70 | 2,85 |
| 26 | 5,48 | 2,74 |
| 27 | 5,27 | 2,64 |
| 28 | 5,09 | 2,54 |
| 29 | 4,90 | 2,45 |
| 30 | 4,75 | 2,37 |

| COMPRIMENTOS DAS ANTENAS DE MEIA ONDA (continuação) | | |
|---|---|---|
| Freqüência de operação (MHz) | Antenas alimentadas na extremidade (metros) | Antenas de alimentação central (valor para cada lado do isolador, em metros) |
| 31 | 4,57 | 2,28 |
| 32 | 4,46 | 2,23 |
| 33 | 4,32 | 2,16 |
| 34 | 4,20 | 2,10 |
| 35 | 4,08 | 2,04 |
| 36 | 3,96 | 1,98 |
| 37 | 3,84 | 1,92 |
| 38 | 3,71 | 1,86 |
| 39 | 3,65 | 1,82 |
| 40 | 3,54 | 1,77 |
| 41 | 3,47 | 1,74 |
| 42 | 3,35 | 1,68 |
| 43 | 3,29 | 1,65 |
| 44 | 3,23 | 1,62 |
| 45 | 3,17 | 1,58 |
| 46 | 3,11 | 1,55 |
| 47 | 3,04 | 1,52 |
| 48 | 2,93 | 1,46 |
| 49 | 2,89 | 1,43 |
| 50 | 2,86 | 1,43 |
| 51 | 2,80 | 1,40 |
| 52 | 2,74 | 1,37 |
| 53 | 2,68 | 1,34 |
| 54 | 2,65 | 1,31 |
| 55 | 2,59 | 1,28 |
| 56 | 2,56 | 1,28 |

| COMPRIMENTOS DAS ANTENAS DE MEIA ONDA (continuação) | | |
|---|---|---|
| Freqüência de operação (MHz) | Antenas alimentadas na extremidade (metros) | Antenas de alimentação central (valor para cada lado do isolador, em metros) |
| 57 | 2,49 | 1,25 |
| 58 | 2,46 | 1,22 |
| 59 | 2,40 | 1,18 |
| 60 | 2,37 | 1,19 |
| 61 | 2,35 | 1,16 |
| 62 | 2,29 | 1,13 |
| 63 | 2,26 | 1,13 |
| 64 | 2,22 | 1,10 |
| 65 | 2,19 | 1,10 |
| 66 | 2,13 | 1,07 |
| 67 | 2,10 | 1,04 |
| 68 | 2,07 | 1,04 |
| 69 | 2,04 | 1,01 |
| 70 | 2,01 | 1,01 |
| 71 | 1,98 | 0,97 |
| 74 | 1,89 | 0,94 |
| 75 | 1,89 | 0,94 |
| 76 | 1,86 | 0,91 |

# ANEXO C

## GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

**ABSORÇÃO** - Perda de energia de um campo irradiado, produzida por objetos que a retém ou a conduzem para a massa, reduzindo assim, a potência do sinal irradiado.

**ACOPLAMENTO** - Associação de dois circuitos, de forma a permitir a transferência de energia de um para o outro.

**ALTA FREQÜÊNCIA MÍNIMA ÚTIL** - Alta freqüência mínima eficaz em um tempo determinado, para a propagação ionosférica das ondas de rádio entre dois pontos.

**AMPLIFICAÇÃO** - Processo de aumentar a potência elétrica de um sinal.

**AMPLIFICAÇÃO DE RADIOFREQÜÊNCIA** - Amplificação de uma onda de rádio por um receptor, antes da detenção, ou por um transmissor, antes da emissão.

**AMPLIFICADOR** - Dispositivo utilizado para aumentar a potência do sinal. Pode constar de diversos estágios ou seções, destinados a atingir a potência desejada.

**ÂNGULO DE INCIDÊNCIA** - Ângulo agudo ( ângulo menor ) formado por uma onda de energia, quando é refletida por um objeto ou penetra em uma camada da atmosfera.

**ANTENA** - Condutor elétrico, ou sistema de condutores, usado para transmitir ou receber ondas de rádio.

**ANTENA DIPOLO** - Antena com um comprimento elétrico igual à metade do comprimento da onda, na freqüência para a qual a antena é projetada. Pode consistir de um único elemento, ou de dois elementos cujo comprimento total deve ser igual ao de meia onda, separados por um isolador ou por um espaço vazio no ponto de conexão com o transmissor.

**ANTENA HERTZ** - Tipo de antena do qual a terra não é parte essencial. Sua freqüência de ressonância depende do seu comprimento elétrico, que corresponde, aproximadamente, à metade do comprimento de onda.

**AUDIOFREQÜÊNCIA ( AF )** - Forma de energia acústica perceptível pelo ouvido humano, sob a forma de som. A faixa das audiofreqüências varia entre 20 e 20000 Hertz.

**AUTENTICAÇÃO** - Medida de segurança destinada a proteger um sistema de comunicações contra mensagens falsas.

**BATIMENTO ZERO** - Situação em que duas freqüências são exatamente do mesmo valor, não produzindo, em conseqüência, nenhum sinal audível.

**CABO COAXIAL** - Linha de transmissão, consistindo em um condutor dentro de outro, concêntricos, existindo entre os dois um isolamento. O interno, é geralmente, um fio ou fino tubo de cobre; o externo pode ser um tubo metálico ou uma trama de fios. A perda de irradiação deste tipo de condutor é praticamente nula.

**CAMPO ELETROMAGNÉTICO** - Campo de força produzido por uma corrente elétrica, em torno do condutor por onde flui.

**CANAL** - Itinerário elétrico dentro do qual são possíveis as transmissões de um posto para outro.

**CANAL-RÁDIO** - Faixa de freqüências adjacentes, com largura suficiente para permitir seu emprego nas radiocomunicações.

**CICLO** - Conjunto formado por uma alternância completa, positiva, e outra completa, negativa, da corrente alternada. Como medida, é denominado Hertz.

**CIRCUITO** - Elo de comunicações entre dois ou mais pontos.

**COMBINAÇÃO ( DE ANTENA )** - Combinação de elementos de antena ( normalmente dipolos ) utilizada para controlar a direção em que a maior parte da energia da antena é irradiada.

**COMPRIMENTO DE ONDA** - Distância percorrida por uma onda no intervalo de tempo de 1 ciclo completo. É normalmente expressa em metros e equivale à velocidade dividida pela freqüência.

**CONDUTIVIDADE** - Capacidade relativa de um material para permitir a passagem da corrente elétrica.

**CONTRAPESO** - Condutor, ou sistemas de condutores, usado para substituir o “terra “em um sistema de antena.

**CRISTAL** - Substância, tal como quartzo ou turmalina, utilizada para controlar a freqüência dos radiotransmissores.

**DESVANECIMENTO DO SINAL** - Variações na potência de um sinal de rádio, no ponto de recepção.

**DESVIO** - Termo utilizado na modulação em freqüência para indicar a variação da freqüência da portadora, quando é modulada. É normalmente expresso em kHZ.

**DETEÇÃO** - Processo de extrair o componente de áudio (sinal audível) de uma onda portadora modulada, de RF. É o mesmo que demodulação.

**DIELÉTRICO** - É um isolador. Termo aplicado ao meio isolante existente entre as placas de um capacitor.

**DISCRIMINADOR** - Circuito com voltagem de saída de amplitude e polaridade variáveis, de acordo com a freqüência do sinal aplicado. É utilizado, principalmente, como detetor ou demodulador, no receptor de FM.

**DISTORÇÃO** - Grandeza de diferença entre a forma de uma onda de saída e a da mesma onda, na entrada. A distorção pode ser em amplitude, freqüência ou fase de modulação.

**DISTORÇÃO DE FREQÜÊNCIA** - Distorção resultante de uma falha ao amplificar, ou atenuar igualmente todas as freqüências presentes em uma onda composta.

**ENERGIA** - Pode ser transmitida de um ponto a outro do espaço sem a presença de meios materiais , propagando-se como onda.

**ESTÁTICA** - Qualquer distúrbio elétrico, causado por fatores atmosféricos.

**FAC - SÍMILE** - Transmissão de fotografias, figuras ou material impresso, por meio de impulsos elétricos controlados por uma célula foto - elétrica e reproduzidos no receptor por um dispositivo mecânico.

**FAIXA DE FREQÜÊNCIAS** - Gama de freqüência, compreendida entre dois limites definidos.

**FAIXAS LATERAIS** - Freqüências adicionais, acima e abaixo da freqüência da portadora, resultantes da modulação da mesma.

**FAIXA LATERAL SINGELA ( FLS ou SSB )** - Forma de comunicação pelo rádio em que a faixa lateral superior, ou inferior, é removida da transmissão modulada em amplitude, para reduzir a largura do canal e diminuir o nível de ruído do sinal.

**FREQÜÊNCIA** - Número de repetições de um fenômeno periódico, na unidade de tempo determinada. Na especificação da freqüência elétrica, a unidade de tempo é o segundo. Exemplo: 15000 hertz. As radiofreqüências são expressas, normalmente, em quilohertz ( kHZ ) até 30000 hertz e, em megahertz ( MHZ ), acima de 30000 hertz.

**FREQÜÊNCIA CRÍTICA** - A mais alta freqüência que uma onda determinada, em dado momento, se transmitida verticalmente, será refratada para a terra pela ionosfera.

**FREQÜÊNCIA DA PORTADORA** - Freqüência de uma onda de rádio não modulada.

**FREQÜÊNCIA DE BATIMENTO** - Freqüência resultante da combinação de duas freqüências diferentes. É, geralmente, igual à soma ou à diferença das duas freqüências originais.

**FREQÜÊNCIA FUNDAMENTAL** - Freqüência mais baixa de uma onda composta.

**FREQÜÊNCIA - IMAGEM** - Freqüência da portadora de um sinal não desejado que, combinada com a freqüência do oscilador local de um receptor superheterodino, produz a freqüência intermediária do receptor. A freqüência - imagem pode ser mais alta ou mais baixa que a freqüência em que o receptor está sintonizado, sendo o valor da diferença entre os dois limites igual ao dobro da freqüência intermediária.

**FREQÜÊNCIA INTERMEDIÁRIA ( FI )** - Freqüência fixa em que é sintonizado o amplificador principal de um receptor superheterodino. É obtida pelo batimento da radiofreqüência

**FREQÜÊNCIA MÁXIMA UTILIZÁVEL ( MUF )** - Limite superior das freqüências que podem ser utilizadas, em um tempo determinado, para a transmissão entre dois pontos, envolvendo propagação por reflexão nas camadas normalmente ionizadas da atmosfera.

**FREQÜÊNCIA ÓTIMA DE TRABALHO ( FOT )** - É a freqüência mais eficaz para a propagação ionosférica das ondas de rádio, em um momento determinado, entre dois pontos específicos ( comumente estabelecida em 85 por cento do valor médio mensal MUF, para a hora e o circuito especificados).

**FREQÜÊNCÍMETRO** - Instrumento calibrado para indicar a freqüência da onda de rádio, para a qual está sintonizado.

**HARMÔNICO** - Múltiplo inteiro de uma freqüência fundamental ( o segundo harmônico é o dobro da freqüência fundamental )

**HETERODINO** - Sinal produzido por duas correntes alternadas, de freqüências diferentes, no mesmo circuito. As freqüências se somam e se subtraem alternadamente, produzindo assim duas freqüências de batimento, que são, respectivamente, a soma e a diferença das originais.

**IMPULSO** - Qualquer força atuante durante um intervalo de tempo relativamente curto.

**INDUÇÃO** - Ato ou processo de produzir tensão pelo movimento relativo entre um campo magnético e um condutor.

**INTENSIDADE** - Grandeza relativa da energia elétrica, magnética ou vibratória.

**INTERFERÊNCIA** - Radiação, natural ou provocada, de energia elétrica, que causa dificuldade na recepção de sinais de rádio.

**INTERFERÊNCIA INTENCIONAL** - Interferência produzida com a intenção de obstaculizar a recepção de sinais, em uma faixa de freqüências específica.

**IRRADIAR** - Emitir energia para o espaço, como no caso das ondas de radiofreqüência.

**LARGURA DE FAIXA** - Parte do espectro de freqüências requeridas para transmitir a informação desejada, seja de forma audível, visual, ou ambas.

**LIMITADOR** - Parte de um receptor de FM, que elimina todas as variações em amplitude da portadora, anulando assim os ruídos presentes na mesma, sob a forma de modulação em amplitude.

**LINHA DE TRANSMISSÃO** - Qualquer condutor, ou conjunto de condutores, utilizado para transportar energia elétrica, da fonte à antena.

**MANIPULAÇÃO** - Interrupção intermitente de uma portadora, produzida manual ou automaticamente

**MENSAGEM** - Qualquer pensamento ou idéia, expressos de forma simples, em linguagem clara ou sigilosa e preparada de forma a poder ser transmitida por algum meio de comunicações.

**MODULAÇÃO** - Processo de variar a amplitude, freqüência ou fase da portadora, segundo outros sinais, para transmitir informação. O sinal modulador pode ser de áudio, de vídeo (televisão), pulsos elétricos, tons simples para operar relés, etc.

**MODULAÇÃO CRUZADA** - Tipo de cruzamento de conversação em que a portadora, que está sendo recebida, é interferida por outra adjacente, de forma que os sinais modulados das duas são ouvidos simultaneamente.

**MODULAÇÃO EM AMPLITUDE ( AM )** - Processo de modificar a potência de uma portadora de radiofeqüência emitida, segundo a variação de uma onda de audiofreqüência.

**MODULAÇÃO EM FREQÜÊNCIA ( FM )** - Processo de modificar a freqüência de uma portadora de RF, de acordo com a amplitude e a freqüência de um sinal de áudio.

**MODULAÇÃO POR TOM SIMPLES** - Tipo de transmissão obtido pela variação em amplitude da portadora de RF, de acordo com uma audiofreqüência fixa. Quando este tipo de transmissão é manipulado, chama - se onda contínua modulada ( MCW )

**ONDA CONTÍNUA ( CW ) -** Onda de rádio de amplitude e freqüência constantes.

**ONDA PORTADORA -** Componente de radiofreqüência de uma onda transmitida, sobre a qual se pode superpor um sinal de áudio, de informação, de código ou outra forma qualquer, que possa ser impressa.

**ONDA TERRESTRE -** Onda de rádio não refratada na ionosfera ( que não atinge a ionosfera )

**OPERAÇÃO DUPLEX -** Refere - se à comunicação entre dois pontos, em ambas as direções, simultaneamente.

**OSCILADOR DE BATIMENTO DE FREQÜÊNCIA ( BFO ) -** Oscilador utilizado para gerar um sinal, que é combinado com um de CW, recebido e não modulado, para produzir uma freqüência de batimento audível. É empregado para a recepção em grafia.

**OSCILADOR LOCAL -** Parte de um receptor utilizada para gerar energia de RF, a qual é combinada com o sinal de RF recebido, para produzir uma freqüência intermediária.

**PORTADORA MODULADA -** Portadora de RF, cuja amplitude ou freqüência foi modificada de acordo com o que se deseja transmitir.

**POTÊNCIA DE FAIXA LATERAL -** Potência contida nas faixas laterais. É a potência à que um receptor reage, quando capta uma onda modulada (o receptor não reage à potência da portadora )

**PROPAGAÇÃO DE ONDA -** Transmissão de energia acústica ou eletro-magnética, de um lugar para outro, através de um condutor adequado.

**RADIOFREQÜÊNCIA ( RF ) -** Qualquer freqüência, de energia eletro-magnética, capaz de propagar - se no espaço. São muito mais altas que as freqüências das ondas sonoras.

**REFLEXÃO -** Retorno de uma onda de rádio, depois de chocar - se com um obstáculo ou com a superfície do solo.

**REFRAÇÃO -** Inflexão ou mudança de direção de uma onda de rádio ao atravessar uma camada da atmosfera ou da ionosfera. Este efeito fará com que a onda retorne à terra, se o ângulo de incidência não for muito grande.

**RETRANSMISSÃO -** Transmissão enviada através de um posto interme-diário.

**SATURAÇÃO -** Condição existente em um circuito quando a corrente elétrica, a voltagem ou a potência atingem seu máximo e não podem, mais, ser aumentadas mediante qualquer ação normal de controle do circuito.

**SELETIVIDADE -** Acuidade de um receptor, em separar o sinal desejado de todos os demais.

**SENSIBILIDADE** - Capacidade de reação, de um circuito de rádio, aos sinais transmitidos na freqüência em que está sendo sintonizado.

**SINTONIA** - Processo de ajustar um circuito de rádio, de forma a que ressone na freqüência desejada.

**SISTEMA DE CANAIS MÚLTIPLOS** - Sistema de radiocomunicações em que um único sinal recebido é produto de uma combinação, ou de uma seleção, de vários canais ou circuitos. A pluralidade do sistema empregado pode ser de espaço, de polarização ou de freqüência. A vantagem deste princípio reside no fato de que, em geral, as característica de desvanecimento de um sinal determinado variam consideravelmente, em qualquer instante determinado, em diferentes localizações de antena receptora e em diferentes freqüências.

**TERRA** - Conexão metálica com o solo, para ter presente o potencial deste solo.

**TRANSMISSÃO EM FAIXA LATERAL DUPLA** - Forma de comunicações em que as freqüências produzidas pelo processo de modulação são transmitidas simetricamente espaçadas acima e abaixo da freqüência da portadora.

**ZONA DE SILÊNCIO** - Região limitada pelo alcance final da onda de superfície e o inicial da onda ionosférica.

# ÍNDICE ALFABÉTICO

## DISTRIBUIÇÃO

### 1. ÓRGÃOS

Gabinete do Ministro ........................................................................ 01
Estado-Maior do Exército .................................................................. 10
DEP, DMB, DEC, DGS, SCT ............................................................ 01
DEE, DFA ........................................................................................ 01
DMCE .............................................................................................. 01
CIE .................................................................................................. 01

### 2. GRANDES COMANDOS E GRANDES UNIDADES

COTer .............................................................................................. 02
Comando Militar de Área .................................................................. 02
Região Militar .................................................................................. 01
Divisão de Exército .......................................................................... 03
Brigada ............................................................................................ 03
Grupamento de Engenharia ............................................................... 01
Artilharia Divisionária ...................................................................... 02
CAvEx .............................................................................................. 02

### 3. UNIDADES

Infantaria.......................................................................................... 01
Cavalaria .......................................................................................... 01
Artilharia .......................................................................................... 01
Engenharia ....................................................................................... 01
Comunicações .................................................................................. 10
Logística .......................................................................................... 01
Forças Especiais............................................................................... 03
DOMPSA .......................................................................................... 01

Fronteira ........................................................................................ 01
Polícia do Exército ........................................................................... 01
Guarda............................................................................................ 01
Aviação ........................................................................................... 01

**4. SUBUNIDADES (autônomas ou semi-autônomas)**

Aviação ........................................................................................... 01
Infantaria......................................................................................... 01
Cavalaria ........................................................................................ 01
Artilharia ........................................................................................ 01
Engenharia ..................................................................................... 01
Comunicações ................................................................................ 05
Material Bélico ................................................................................ 01
Intendência ..................................................................................... 01
Defesa QBN.................................................................................... 01
Fronteira ........................................................................................ 01
Precursora Pára-quedista.............................................................. 01
Polícia do Exército ......................................................................... 01
Guarda............................................................................................ 01
Bia/Esqd/Cia Cmdo (grandes unidades e grandes comandos) ........... 01

**5. ESTABELECIMENTOS DE ENSINO**

ECEME ........................................................................................... 02
EsAO .............................................................................................. 10
AMAN ............................................................................................. 100
EsSA............................................................................................... 50
CPOR ............................................................................................. 05
NPOR ............................................................................................. 02
EsSE, EsACosAAe, EsIE, CIGS, EsMB, CI Av Ex, CI Pqdt GPB,
CIGE, EsAEx, EsPCEx ..................................................................... 02
EsCom ............................................................................................ 30
CIAS/Sul ......................................................................................... 20

**6. OUTRAS ORGANIZAÇÕES**

Arq Ex ............................................................................................. 01
Bibliex ............................................................................................. 02
C Doc Ex ........................................................................................ 01
C F N .............................................................................................. 01
EAO (FAB)...................................................................................... 01
E G G C F....................................................................................... 01
Pq D M C E ..................................................................................... 01
SRMEx ........................................................................................... 01

**Este Manual foi elaborado com base em anteprojeto apresentado pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO).**